

THALLIUM IM HAAR

von

Ludwig Schüpfer
aus Marburg/Lahn

1967



Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin und Kriminalistik
der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Professor Dr. Dr. E. Weinig

THALLIUM IM HAAR

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexander-Universität

zu

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Ludwig Schüpfer

aus Marburg/Lahn

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Professor Dr. med. E. Wetterer

Referent: Professor Dr. Dr. E. Weinig

Tag der mündlichen Prüfung: 21. September 1967

Thallium im Haar

Inhaltsübersicht:	Seite
I. Einleitung	1
II. Thallium - Vorkommen, Chemie, Vergiftung	2 - 15
III. Thallium als Spurenelement im Haar	16 - 18
IV. Thallium im Haar von Vergifteten (Mensch und Tier)	
1. Haarausfall und Veränderungen des Haares	19 - 46
2. Thalliumgehalt der Haare - Einwanderungsgeschwindigkeit und Lokalisation	47 - 60
V. Zusammenfassung	61 - 65
VI. Literaturverzeichnis	66 - 90
VII. Lebenslauf	91



I. Einleitung

Im Jahre 1861 entdeckte in England William Crookes und unabhängig davon etwa zur gleichen Zeit in Frankreich Lamy das Element Thallium. Crookes konnte es bei spektroskopischen Untersuchungen von selenhaltigen Mineralien einer Schwefelsäurefabrik feststellen und Lamy gelang es als Erster, 1862 das neue Metall zu isolieren. Die Grünfärbung, die alle Thalliumverbindungen der nicht leuchtenden Bunsenflamme erteilen und die grüne Linie, die bei Anwesenheit von Thallium bei der spektralanalytischen Untersuchung zu erkennen ist, gab dem Element den Namen (griechisch thallos = grün, grüner Zweig).

Seit seiner Entdeckung fiel Thallium vor allem wegen seiner giftigen Wirkung auf den menschlichen und tierischen Organismus auf (Richeson).

Die Eigenschaft des Thalliums, Haarausfall zu bewirken, wurde bereits 1863 von Lamy an sich selber erkannt. Beim arbeiten mit Thallium verspürte er ziehende Schmerzen in den Gliedern, begleitet von einem starken Ausfall der Kopfhare.

Über den Haarausfall, über die Ursachen, die dazu führen, herrschten und herrschen zum Teil bis heute die verschiedensten Ansichten. Insbesondere wird noch darüber diskutiert, ob Thallium im Haar Thallium-Vergifteter zu finden ist oder nicht. Auch wird behauptet, Thallium sei normalerweise als Spurenelement im Haar enthalten.

In dieser Arbeit soll daher anhand der vorhandenen Literatur festgestellt werden, ob Thallium in das Haar gelangt, auf welche Art dies geschieht und wie es festgestellt werden kann. Ferner soll die Literatur dahin überprüft werden, ob Thallium, da es so weit verbreitet vorkommt, auch im Haar normaler nicht vergifteter Organismen enthalten sein kann.

II. Thallium - Vorkommen, Chemie, Vergiftung

Um Hinweise zur Klärung dieser Probleme zu erhalten, scheint es wichtig, zunächst Thallium hinsichtlich seiner Beschaffenheit und Symptomatologie im Vergiftungsfall anhand der vorliegenden Literatur zu betrachten.

Thallium ist ein äußerst weit verbreitet vorkommendes, aber nur in geringen Konzentrationen und nicht "frei" (Cooper), rein auftretendes Element. Es findet sich als ständiger Begleiter der Sulfide des Eisens, Kupfers und Zinks und ist, wie Hesse berichtet, vorzugsweise in den "Thalliummineralien", im selen- und kupferhaltigen Crookesit und Berziliant, sowie dem Lorandit, einem Sulfarsenit des Thalliums anzutreffen. Der mittlere Gehalt der Erdkruste an Thallium beträgt 0,3 g Thallium pro Tonne (Gmelin).

Nach Gmelin weist das Vorkommen von Thallium im Kelp darauf hin, daß Thallium auch einen Bestandteil des Meerwassers bildet. Außer im Kelp dürfte Thallium wie Böttger - er fand Thallium im Wein, Zichorie, Tabak, Zuckerrübe und Buchenholz -, Vaubel und Geilmann feststellen, beinahe in jeder Pflanze nachweisbar sein, wobei nach Vaubels Auffassung das Chlorophyll der Pflanzen eine besondere Rolle spielt.

Ohne den Beweis dafür zu erbringen erklärt Vaubel, daß die grüne Farbe des Chlorophylls durch Thallium verursacht werde; für den Ablauf der Assimilation bei den Pflanzen sei der Thalliumgehalt des Chlorophylls am wichtigsten. ("Ohne Thallium gibt es kein Leben", meint Vaubel, denn auch die Luft, die uns umgibt, enthalte Thallium.)

Auf Grund seiner Theorien und Forschungen spricht Vaubel von ubiquitären Vorkommen von Thallium, worin er auch von Geilmann und Bersin bestätigt wird. Bersin hält Thallium für

ein akzidentelles Spurenelement und nach Geilmann ist Thallium im Submikrogrammbereich allgegenwärtig.

Als Erster hat Lamy 1862 die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Thallium untersucht.

Thallium gehört zu den Schwermetallen, es ist weich und von bläulicher Farbe, sein Atomgewicht beträgt 204,39, die Atomzahl ist 81. Im periodischen System steht es in der Gruppe der Erdmetalle zwischen Hg und Pb, mit denen es hinsichtlich der Vergiftungswirkung Ähnlichkeit hat und ist das dritte Element der 3. Nebengruppe des periodischen Systems. In der Spannungsreihe steht Thallium zwischen Indium und Cobalt. Die Doppelnatur, die sich schon im natürlichen Vorkommen bemerkbar macht, tritt auch im chemischen Verhalten des Elementes klar hervor. So erweist es sich einerseits dem Blei und Silber sehr ähnlich, z.B. in der Schwerlöslichkeit der Halogenide, des Chromats, des Azids und des Sulfids, andererseits gleicht es aber auch wieder, vor allem das Thalliumhydroxyd (Cooper), den Alkalimetallen Kalium, Natrium, Rubidium und Caesium. In vielen Salzen (z.B. Alaunen) kann das einwertige Thallium die Alkalimetalle isomorph vertreten.

Thallium ist leicht flüchtig. An der Luft überzieht sich seine Schnittfläche mit einer grauen Oxydschicht, der Schmelzpunkt liegt bei $302,5^{\circ}$ C. Thallium bildet mit Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff keine Verbindungen, sondern vereinigt sich direkt mit Halogenen und mit Schwefel (Truhaut). Letzteres ist besonders wichtig, bei der Erklärung des Wirkungsmechanismus von Thallium beim Haarausfall.

Thallium, das "metal paradoxal", oder "d'ornythorinque des metaux" (= Schnabeltier ähnliches Metall), wie Truhaut es wegen seiner vielfältigen Eigenschaften und im Zusammenhang damit wegen seiner Einwirkung auf das Haar bezeichnet, bil-

det zwei Reihen von Verbindungen: die einwertigen Thallo- und die dreiwertigen Thalliverbindungen. Die Thalloverbindungen, zu ihnen gehören Thallium aceticum, Thallium carbonicum, Thallium sulfuricum, Thallium chloricum und Thallium nitricum, zeichnen sich durch hochgradige Giftigkeit für den gesamten Organismus einschließlich der Haare aus, während die Thalliverbindungen leichter in H_2O löslich und kaum giftig wirken.

Meyer und Bertheim erklären die geringere Giftigkeit der Thallisalze damit, daß das dreiwertige Thallium in Lösungen nicht mehr als Ion wirkt, sondern mit den Alkylen, die in der Körperzelle vorkommen, ein dreiwertiges Radikal bildet. Die Thallosalze dagegen können, wie Körrholz feststellt, in der Darmschleimhaut wesentlich besser resorbiert werden als die Thallisalze. Infolgedessen besitzen die Thallosalze eine größere Giftwirkung. Die Thallisalze können leicht, so genügt oft nur die trockene Wärme, in Thallo-salze übergeführt werden (Truhaut). Obwohl die Thallosalze die stabilere Form darstellen (Allsop, Hecht), ist jedoch auch umgekehrt die Umwandlung in die instabileren Thallisalze möglich.

Der Thalliumnachweis, sowie die Feststellung der Menge in Organen, so auch in Haaren, ist darum, wie Vaubel erklärt, nicht einfach, da Thallium sich durch den Übergang von Thallo- zu Thalliverbindungen und umgekehrt sehr leicht dem Nachweis entziehen könnte. Besonders bei den Haaren kommt es bei den einzelnen Nachweisverfahren zu Schwierigkeiten, auf die später noch eingegangen wird.

Die meisten Nachweisverfahren für Thallium beruhen auf chemischer und physikalischer Grundlage.

1. Verfahren auf chemischer Grundlage

a) manganometrische Methode nach Schee

Nach Anweisung von Schee werden die im Auszug

vorhandenen Thalloionen mit Kaliumferricyanid in alkalischer Lösung behandelt, bis unlösliches Thalliumhydroxyd entsteht und dieses anschließend filtriert. Mit Kaliumpermanganat wird in schwefelsaurer Lösung das durch die Reaktion entstandene Kaliumferrocyanid titriert.

b) jodometrische Methode nach Friedli

Friedli bestimmte durch Messung des ausgeschiedenen Jods, das durch das Thallion in saurer Lösung aus dem zugesetzten Kaliumiodid freigemacht wird, die Thalliummenge in Leichenteilen.

c) kolorimetrische Mikromethode von Geilmann

Hierbei wird das durch die Ätherextraktion erhaltene Brom-haltige Thalliumsalz eingedampft und nach Zusatz von Fuchsinlösung mit 0,2 ml Amylacetat extrahiert. Die Intensität der Färbung wird im Mikrocolorimeter gemessen. Die Erfassungsgrenze für Thallium liegt zwischen 3 - 300 ng, wobei ein Bestimmungsfehler von ± 3 ng auftritt.

2. Verfahren auf physikalischer Grundlage

a) Spektrographie (Crookes, Coroncy und Berg)

Am besten gelang es bisher Thallium spektroskopisch auch im Haar, wie wir noch sehen werden, nachzuweisen, da es sich sehr leicht anregen läßt und ein klares Spektrum (Truhaut) besitzt. Nach Lamy geben 1,5 Gamma Thallium eine Farbe in der Gasflamme. Emissionsspektren mit grüner Linie im Sichtbaren findet man bei λ 5.350,5 Å; mehrere Linien sind auch im ultravioletten Bereich bei λ 3.775,7 Å; λ 3.519,2 Å; λ 3.229,8 Å und λ 2.767,9 Å (Truhaut).

b) Polarographie nach Weinig

Mit diesem Verfahren kann Thallium quantitativ und qualitativ in den Leichteilen erfaßt werden. Es kommt jedoch nur die einwertige Stufe des Elementes für einen Nachweis in Frage.

c) voltametrisches Verfahren nach Neeb

Diese Methode ist nach Geilmann für den Thalliumnachweis im Haar besonders geeignet. Auf einem amalgamierten Platin-Draht wird Thallium elektrolytisch abgeschieden. Anschließend löst man aus dem gebildeten Amalgam das Thallium anodisch auf, wobei bei schnellem Spannungsabfall charakteristische Stromspitzen entstehen, deren Höhe der Thalliumkonzentration proportional sind. Es ist eine Thalliumbestimmung von 0,5 bis zu 500 ng möglich. Der Fehler beträgt etwa 5 %.

d) Neutronenaktivierungsanalyse von Specht und Rohner

Sie gilt ebenfalls für die Thalliumerfassung im Haar. Thallium wird einem Neutronenfluß ausgesetzt, wobei zwischen dem Kern des Elementes Thallium und den Neutronen eine "Kernreaktion" eintritt, die in sehr vielen Fällen zu einer radioaktiven Kernart führt. Die entstandene Radioaktivität dient dazu, um in günstigen Fällen mehr oder weniger genau Thallium nachweisen zu können.

e) Isotopenverdünnungsanalyse nach Ruzicka und Stary

Sowohl in die zu analysierende, als auch in eine Vergleichslösung wird eine bekannte Menge eines Radioisotopes des zu bestimmenden Elementes und eine überschüssige Menge eines Komplexbildners zugegeben. Da das Radioisotop

durch das zu bestimmende Element verdünnt wurde, wird der in der Analysenlösung entstandene Komplex eine geringere spezifische Aktivität aufweisen, als die Vergleichslösung. Mittels der Lösungsmittellextraktion werden die Komplexe aus der wässerigen Lösung entfernt und die organischen Phasen mit einem Strahlungsdetektor ausgemessen.

Es ergibt sich die Menge (x) des in der Analysenlösung enthaltenen Elementes

zu $x = y \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)$, wobei y das Gewicht des zugesetzten Elementes ist und A_1 und A_2 die Zählraten organischer Phasen von Analysen- und Vergleichslösung bedeuten.

f) Isotopenverhältnismessung nach Weinig und Zink

Als "innerer Standard" wird hierbei zu Beginn des Veraschungsprozesses der Organe eine abgemessene Menge eines "angereicherten Thalliumisotopengemisches" ($Tl^{203} : Tl^{205} = 92,6 \% : 7,4 \%$) dem natürlichen Thallium (in den Organen enthaltendes Thallium) zugesetzt. Bei Kenntnis der Teilchenzahl des zugesetzten angereicherten Isotopengemisches kann man aus dem experimentell bestimmbaren Peakhöhenverhältnis $\frac{\text{Peak } 203}{\text{Peak } 205}$ die Anzahl der natürlichen Thalliumatome berechnen.

Für die Thalliumbestimmung im biologischen Material werden als Vorbereitungsmethoden empfohlen:

1. die feuchte Veraschung, entweder mit Schwefel- oder Salpetersäure nach Deniges, oder mit Salzsäure und Kaliumchromat bei stark wasserhaltigen Organen nach Fresenius und von Babo;
2. die trockene Veraschung nach Stich.

"Als Fremdkörper mit eigenartigen chemischen Eigenschaften wird Thallium an den Stellen, wo es sich festgesetzt hat, nicht nur störend wirken, sondern in aggressiver Weise tätig sein, in seiner Ruhelosigkeit und abwechselnd reduzierend und oxydierend wirken, je nach den gegebenen Verhältnissen", schrieb Vaubel vor etwa 10 Jahren. Wegen seiner Giftigkeit wird daher heute Thallium, das Fermentgift, wie es Truhaut bezeichnet, kaum noch therapeutisch verwandt.

Es ist hauptsächlich nur noch im Rattengift - Zeliokörner, Zeliopaste, Suruxkörner und Suruxpaste und Ramor - enthalten und wird von Mensch und Tier meistens in dieser Form aufge-

nommen, sei es aus Leichtsinne, wobei auch die Geschmack- und Geruchlosigkeit der Thalliumsalze mit beiträgt, in Selbstmord- oder in Mordabsicht. Außer dieser Aufnahme-möglichkeit wird Thallium auch durch die täglichen Nah-rungsmittel, die ja nach den Untersuchungen von Geilmann u.a. ebenfalls thalliumhaltig sind, aufgenommen, wobei es jedoch nicht zu Vergiftungen kommt.

Zur chronischen Vergiftung komme es nach Vaubel auch durch das Rauchen, da Tabak Chlorophyll und dieses wiederum Thallium enthalte. Beim Rauchen gelange Thallium in die Lunge und in den Darmkanal.

Bei oraler Thalliumaufnahme erfolgt die Resorption größten-teils durch die Schleimhäute von Speiseröhre, Magen und Darm (Bonani und Marino, Buschke); die Hauptmenge von Thallium wird in den ersten 24 Stunden resorbiert (Prokop). Aber auch perkutan wird Thallium aufgenommen (Bohnenkamp) und gelangt dann in alle Organe und Gewebe. Marmé erklärte hierzu: "Das auf irgendeine Weise in den Körper gelangte Thallium wird resorbiert und durchwandert alle Organe."

Warum sollte Thallium daher nicht auch in das "Organanhäng-sel" Haar gelangen? Feststeht, daß Thallium auf dem Blut-weg in alle Organe gelangt und zwar in wechselnder Menge (Rauschke).

Obwohl Thallium bei Kindern im allgemeinen nicht so stark wie beim Erwachsenen wirkt (Buschke, Feiser) - "vermutlich spielt dabei die Wirkung von Thallium auf die endokrinen Drüsen eine Rolle" (Sessions und Goren) -, erfolgt die Resorption bei Kindern schneller, als beim Erwachsenen.

Die Blut-Liquorschranke wird durch Thallium durchbrochen (Schee) und bei der Schwangeren tritt es über die Placenta auch in den Foetus über, wie Martius erstmalig nachwies. Im Foetus wird Thallium gespeichert; außer dem placentären

Thalliumübergang wird Thallium auch mit der Muttermilch aufgenommen. Daher kommt es auch, daß die säugenden Jungen alopecische Erscheinungen aufweisen, ein Symptom, das bei Thalliumverabreichung besonders hervorstechend ist. Entweder kommt es bei diesen Jungen zu einer verspätet einsetzenden Behaarung, oder die normale Haarentwicklung hört nach der Geburt auf und Kahlheit tritt ein (Buschke).

Die Symptome, die nach einer Thalliumverabreichung im menschlichen und tierischen Organismus auftreten, sind recht zahlreich und beschränken sich nicht nur auf den Haarausfall, für dessen Ursache sie jedoch mit hinweisend sind.

Wie Moeschlin berichtet, beginnen die Vergiftungserscheinungen im allgemeinen schleichend. So treten die ersten klinischen Vergiftungserscheinungen meistens erst zwei (Widy) oder mehrere Tage (Unsold) nach Verabreichung des Giftes auf.

Das Anfangsstadium der schweren Vergiftung ist durch ein eigenartiges Kribbeln in den Fingern und Zehenspitzen gekennzeichnet, verbunden mit einem Gefühl der Müdigkeit (Richeson) und der Taubheit in den Beinen und Füßen, eine beginnende Polyneuritis (Bing Bihler, Böhme, Reccius u.a.). Schließlich kommen dann noch Gangstörungen und Schmerzen beim Gehen hinzu, die immer stärker werden, so daß die Kranken den Arzt konsultieren, wie Deutsch berichtete.

Kurze Zeit nach der Intoxikation können auch Übelkeit, Durchfälle und Erbrechen bei dem Thalliumvergifteten auftreten, die eine Verwechslung mit einer Arsenvergiftung zulassen (Schön). Schon früh im Krankheitsverlauf, manchmal sogar innerhalb von 24 Stunden, können Lähmungen auftreten, die sich in Abschwächung oder Fehlen der Reflexe an der Knie- oder Achillessehne äußern (Luck Müller).

Aus den Reflexverhältnissen, gelegentlich tritt auch ein doppelseitiger positiver Babinski und an den oberen Extremitäten Periostreflexe auf, während Bizeps- und Tricepsreflexe ausfallen, glaubt L. Müller, daß "neben einer Schädigung der peripheren Neuronen auch eine Läsion der zentral-motorischen Systeme" angenommen werden muß. Umschriebene Hyperaesthesien, als Folge der Polyneuritis, der sogenannte "Fußsonnen-Wadenschmerz" (Buschke, Mahlo) und enorme Druckschmerzhaftigkeit der Fuß- und Kniegelenke (Schüpbach) treten in Erscheinung. In diesem "Initialstadium" (Bladt) besteht außerdem für viele Fälle ein brennendes Durstgefühl und eine hartnäckige Schlaflosigkeit nachts (L. Müller, Ross).

In der zweiten und dritten Woche nach Thalliumgabe erreichen die Vergiftungserscheinungen ihr Maximum. Gastritis, Nephritis und Myocarditis, wobei vor allem die Tachycardie auffällig ist, gesellen sich zum Krankheitsbild (Hansen, Bing, Treadwell). Im Harn zeigen sich dann Veränderungen wie Albuminurie, Zylinder- und Hämaturie und gelegentlich kommt es auch zu Porphyrinurie (Moeschlin, L. Müller, Sluyters, Kölzsch). Letztere und gleichzeitig bestehende Abdominalkrämpfe und hartnäckige Obstipation machen eine Verwechslung mit einer Porphyrie, wie Hegelin feststellt, leicht möglich, jedoch fehlt nach Matthys Beobachtungen der bei fast jeder Thalliumvergiftung auftretende Haar- ausfall.

Im psychischen Verhalten erfolgt eine Abnahme aller Funktionen bis zur völligen Demenz (Kaps), es kommt zur "Encephalopathia thallosa", wie Heimann erklärt.

Durch die Atrophie der Muskulatur stellen sich Ausfallserscheinungen ein, schlaffe Lähmungen mit partieller oder lokaler Entartungsreaktion (Ludwig und Ganner). Gewöhnlich dauern die Ausfallserscheinungen sechs Wochen (Osten), dann bilden sie sich in den meisten Fällen

zurück und die Vergiftung klingt ab. Dies gilt vor allem für die chronische Vergiftung.

Übersichtshalber seien die bekanntesten Thalliumsymptome, wie sie sich bei der chronischen Vergiftung zeigen, tabellarisch in ähnlicher Weise, wie es bereits Esser, Osten und Weber getan haben, zusammengestellt. Auch bisher noch nicht genannte Symptome sind in dieser Tabelle enthalten; sie zeigt, daß praktisch von jedem Organ des Organismus eine Reaktion auf die Thalliumeinwirkung erfolgt.

Nicht durch Thalliumeinwirkung entstehen, sondern nur Avitaminosen B und D stellen nach Auffassung von Matthys, der sich auf eine Arbeit Mazels stützt, in dieser Tabelle die sekundären Symptome - Katarakt, Atrophie der Genitaldrüsen, Verlangsamung des Wachstums und Veränderung des Skeletts - dar.

Organsystem	Organ	Erscheinungen
Haut und Schleimhaut	Haut	Hinsichtlich der Wirkung des Thalliums auf die Haut spricht man nach <u>Heimann</u> auch vom Thalliumtrias, welches umfaßt:
	Nagel	a) Leukonychia Striata = weiße, halbmondförmige Streifen, die mit dem Nagel vom Nagelbett zum Nagelrand hinwachsen. <u>Mees</u> hat solche Nagelbänder bei Arsenvergiftung beobachtet.
	Schleimhaut	b) Anhydrose. <u>Heimann</u> fand begrenzte Anhydrose im Bereich der Wangen und der Nase. Dies ist sicherlich eine zentrale Störung, da

	Haar Drüsen der Schleimhaut	die Thalliumausscheidung durch die Haut nicht auf ein begrenztes Gebiet lokalisiert ist, sondern überall stattfinden kann. c) Alopecie. Nach vorübergehender Kahlköpfigkeit findet man meist wieder einen guten, dichten Haarwuchs. Speichelfluß
Kreislauforgane	Herz	Herzschwäche bis zum Herzstillstand meistens aber Tachycardie
Endokrinum	Nebennierenrinde, Parathyroidea, Pankreas	Insuffizienz
Bewegungsorgane	Muskulatur Knochen	Mattigkeit, Muskelschwäche, Muskelschwund Entkalkung, wenn Thallium in Gegenwart von Zink und Barium einwirkt. Erweichung der Knochen, ähnlich der Knochenerweichung der Kinder mit englischer Krankheit, wie bei diesen besonders am Schädel. Auch an den Zähnen rachitisähnliche Veränderungen, so z.B. Mißbildungen der Molarenhöcker (<u>Popowa</u> und <u>Lohner</u>)

Harn- und Geschlechtsorgane	Eierstöcke	Harnverhaltung und Incontinentia urinae (<u>Kölzsch, Moureau</u>) Aufhören der Menses, Atrophie der Genitaldrüsen
	Niere	Entzündung der Niere
Sinnesorgane	Augen	Linsentrübungen, Augenmuskellähmungen, Opticusatrophie (<u>Böhringer</u>), Strabismus, Ptosis der Augenlider (<u>von Oettingen</u>)
Verdauungsorgane	Magen Dünn- und Dickdarm	Erbrechen, Anacidität, Appetitlosigkeit, Diarrhoe, Verstopfung, Bauchkrämpfe, Leibschmerzen
Gehirn- und Nervensystem	Gehirn	Schlaflosigkeit, Melancholie, Krämpfe, Kopfschmerzen, Bewußtlosigkeit, Geisteskrankheiten, Verblödung
	periphere Nerven	Paraesthesien, Polyneuritiden bes. der unteren Extremitäten, Lähmungen vorwiegend an der unteren Extremität auftretend, Kältegefühl der Haut

Im Blut besteht eine etwa ab dem 5. Tage weiter ansteigende Eosinophilie und Lymphocytose. (Kleinmann, Prick u.a., Buschke, Peiser, Klopstock). Als direkte Giftwirkung des Thallium auf das Blutserum stellten Buschke und Peiser weiterhin eine Alkalose des Blutes fest; das Blut Krebskranker soll in den meisten Fällen ebenfalls eine Alkalose aufweisen.

In schweren Fällen, wenn Thallium in zu hoher Dosierung eingenommen wurde - die Vergiftungsdosen sind von Art und Größe des betreffenden Individuums und von der Art der Applikation abhängig (Buschke) -, kommt es zum Tod, wobei die Todesursache meistens in einer Atemlähmung mit purulenter Bronchitis, Lun-

genentzündung und in Störungen der Zirkulation besteht, wie Luck Müller berichtet.

Goroncy und Berg halten 0,5 g Thallium per os verabreicht für den Menschen giftig und etwa 1,0 g tödlich. Nach Dönhardt sind 16 - 18 mg Thallium pro kg Körpergewicht ausreichend zum Sterben eines Menschen. Und Moeschlin schreibt 1964: "Die tödliche Dosis schwankt von Fall zu Fall außerordentlich; sie dürfte durchschnittlich beim Erwachsenen für das Thalliumsulfat ca. 1 g betragen. In mg pro kg Körpergewicht ausgedrückt sehen wir Todesfälle schon bei 8 mg pro kg; gewöhnlich liegt die tödliche Dosis aber höher bei 10 - 15 mg pro kg."

Die Höhe der Thalliumdosierung ist bei der Ausprägung der Vergiftung immer entscheidend, wie bereits Buschke feststellen konnte. Dies gilt auch für den Haarausfall, wie sich noch später zeigen wird. Von der Thalliumdosierung hängt aber auch der Thalliumgehalt der Organe, in die Thallium in wechselnder Menge gelangt, was von Emara, Gettler, Rauschke und Prick u.a. nachgewiesen wurde, ab. Der Thalliumgehalt der Organe bringt neben den äußeren Erscheinungen, Schädigungen, innerhalb der Organe mit sich.

Eine mikroskopische Untersuchung der Organgewebe wurde von Gettler und Weiß durchgeführt und brachte folgende Veränderungen:

am Gehirn	degenerative Veränderungen in den Nervenzellen, periphere Nerven, Axom, Myelinscheiden, Basalganglien und Cerebellum. Chromatolyse (= Verschwinden der Nissel'schen Körperchen) der Neurone. <u>Mazel</u> bezeichnete degenerierte Ganglienzellen als "T cell".
an der Leber	granuläre und fettige Infiltrationen.
am Herzen	teilweise Verfettung.
an der Niere	degenerative Veränderungen der Glomeruli und Tubuli

am Sehnerven | in schweren Fällen eine irreversible Opticus-
atrophie, wobei das papillo mollikuläre Bündel
betroffen wird (Böhringer).

Solche Schädigungen dürften durch den Gehalt an Thallium in den Organen und damit verbunden durch die direkte Wirkung des Thalliums, die ja neben der zentralen Wirkung, wie Truffi nachwies, besteht, herrühren. Dies gilt auch für das Haar, wo ja zahlreiche Veränderungen in der Literatur beschrieben wurden.

III. Thallium als Spurenelement im Haar

Nicht nur im Vergiftungsfall enthalten die Organe Thallium. In ganz geringen Mengen, die im Nanogrammbereich (1 Nanogramm = $1 \cdot 10^{-9}$ g) liegen, findet sich Thallium auch normalerweise im menschlichen und tierischen Organismus und da vor allem im Haar. Geilmann erklärt hierzu: "Thallium kommt als Spurenbestandteil sowohl im menschlichen als auch tierischen Körper vor und kann im Körperhaar leicht erkannt werden."

Wie Arsen scheint auch Thallium ein Spurenelement des Haares zu sein. Leider gibt es für diese Annahme nur wenig Beweise in der vorliegenden Literatur.

Geilmann untersuchte Menschen und Tiere, von denen es sicher stand, daß sie nicht mit Thallium in Berührung gekommen waren. Zur Kontrolle wurde auch das Haar eines leicht Thalliumvergifteten mikromaßanalytisch durch Titration mit Bromat untersucht.

Folgende Tabellen zeigen den Gehalt an Thallium im Haar an:

1. Thalliumgehalt des Haares beim Menschen

Nr.	Geschlecht	ngTl/g	% Tl	Bestimmung	Nachweis spektrosk.
1	weiblich	51	$5,1 \cdot 10^{-6}$	kol.	+++
2	männlich	15	$1,5 \cdot 10^{-6}$	kol.	++
3	männlich	13	$1,3 \cdot 10^{-6}$	spekt.	
4	männlich	19	$1,9 \cdot 10^{-6}$	spekt.	
5	männlich	7	$0,7 \cdot 10^{-6}$	spekt.	
6	männlich	16	$1,6 \cdot 10^{-6}$	spekt.	
7	männlich	9	$0,9 \cdot 10^{-6}$	spekt.	
8	männlich	650	$65 \cdot 10^{-6}$	maßanalyt	+++
	(Kontrollperson)				

Die Zahl der Kreuze gilt als Hinweis für die Intensität der beobachteten Spektrallinien.

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht - Fall 1 bis 7 -, befanden sich in je 1 g Haarsubstanz 7 bis 51 ng Thallium. Im Durchschnitt ergibt sich ein Wert von 16 ng Thallium, das als Spurenbestandteil pro g Haarsubstanz zu finden ist.

Bei einer Thalliumvergiftung dagegen, Fall 8, treten höhere Thalliumwerte im Haar auf, die je nach dem Vergiftungsgrad in den Gammagramm- (Specht und Rohner) oder in den Mikrogrammbereich (Stein) hineinreichen können.

2. Thalliumgehalt des Haares beim Tier

Nr.	Tierart	Unters. von Haaren	Thallium in ng/g <u>Bestimmungsverf.</u>				Thallium- gehalt in %
			Spek.	Kol.	Vol.	Mittel	
1	Schaf		8	10	8	9	$0,9 \cdot 10^{-6}$
2	Rind		+++	20	-	20	$2,0 \cdot 10^{-6}$
3	Kalb		110	145	130	129	$13 \cdot 10^{-6}$
4	Pferd		7	7	6,8	7	$0,7 \cdot 10^{-6}$
5	Schwein		7	12	8,0	9	$0,9 \cdot 10^{-6}$
6	Ziege		7	-	-	7	$0,7 \cdot 10^{-6}$
7	Wildkaninchen		+++	60	61	60	$6,0 \cdot 10^{-6}$
8	Feldhase		++	17	-	17	$1,7 \cdot 10^{-6}$

Aus Tabelle 2 zeigt sich nach Geilmanns Untersuchungen, daß auch das Haar der Tiere Thallium als Spurenbestandteil enthält; der Thalliumgehalt schwankt zwischen 7 und 60 Nanogramm, wahrscheinlich hängt das von der Art der Tiere und von der Art der Nahrungsaufnahme ab. Geilmann führt ja den Spurengehalt an Thallium im Organismus auf die aufgenommene Nahrung zurück und Vaubel hält die pflanzliche Nahrung für besonders thalliumhaltig, da sie besonders viel Chlorophyll enthalte, in dem das Magnesium zu Thallium im Verhältnis 1 Mg : 0,8 Tl auftrete.

Wie schon ausgeführt glaubt Vaubel, daß Thallium ubiquär vorkommt. In den Haaren hat er es höchstwahrscheinlich durch Fällung mit Ferricyankalium als grünes Thalliferri-cyanid festgestellt.

Mit Hilfe eines Massenspektrometers und der Isotopenverhältnismessung haben Weinig und Zink bei 6 nicht Thallium-vergifteten Leichen den Physiologischen Thalliumgehalt bestimmt. Sie fanden bei ihren Untersuchungen, daß Thallium normalerweise im menschlichen Organismus ziemlich gleichmäßig verteilt ist. In den Haaren dagegen kommt es zu einer ausgeprägten Anreicherung von Thallium und zwar über die ganze Haarlänge verteilt. Die Thalliumkonzentration im Haar der sechs Leichen schwankte zwischen 4,8 und 15,8 ng Thallium pro Gramm Gewebefeuchtigkeit (die einzelnen Werte : 8,70 ng/g; 15,8 ng/g; 4,80 ng/g; 7,54 ng/g; 14,8 ng/g; 11,0 ng/g) und erreichte somit die höchsten Werte. Lediglich in den Lungen zweier Bergleute, die über ein Jahrzehnt unter Tag gearbeitet hatten und wahrscheinlich thalliumhaltigen Staub eingeatmet haben (Silikate und Kohle), war der Thalliumgehalt höher als in den Haaren. Bei dem eingeschleppten Thallium meinen Weinig und Zink, daß hierbei Thallium in einer für den Körper unlöslichen Form vorzuliegen scheint, während das physiologische Thallium im menschlichen Organismus vorwiegend in einer ausscheidungsfähigen Form vorhanden ist. Bei der Leiche einer 73jährigen Frau, die an Herzversagen gestorben war, haben Weinig und Zink die Kopfhare sowohl wurzelnahe als auch wurzelfern untersucht; der Thalliumgehalt der wurzelnahen Haarabschnitte betrug dabei 9,69 ng/g, der Thalliumgehalt der wurzelfernen Haarabschnitte 7,71 ng/g. Dies dürfte wahrscheinlich mit der Einwanderungsweise von Thallium in das Haar zusammenhängen. Nach Weinig und Zink liegen die festgestellten normalen Thalliumwerte um mehr als zwei Zehnerpotenzen niedriger als die bei Thalliumvergiftungen gefundenen Konzentrationen.

IV. Thallium im Haar von Vergifteten

1. Haarausfall und Veränderungen des Haares

Bei einem Zuviel an Thallium im Organismus, bei einer Vergiftung, tritt meistens neben den bereits geschilderten Erscheinungen auch Haarausfall, vornehmlich am Kopf (Buschke et al), aber auch am ganzen übrigen Körper möglich, auf.

Der erste, der dies an sich selber feststellen konnte, war, wie schon berichtet, Lamy. 1897 sah Combemale bei einem Patienten, dem er Thallium gegen Nachtschweiße verordnet hatte, einen vollständigen Haarverlust. Ein Jahr später machte dann Jeanselme die Beobachtung, daß die Haare innerhalb des Follikels abbrechen. Jeanselme, wie auch Huchard und Vassaux wandten Thallium auch therapeutisch, jedoch nicht mit der Absicht, eine Alopecie zu erzielen, an.

Als erster hat Sabourand der epilatorischen Wirkung von Thallium große Bedeutung beigemessen und bei Kindern mit Thallium Hypertrichosis behandelt. In Deutschland wurde Thallium dann von Buschke, in Mexiko von Cicero und Peter ebenfalls für epilatorische Zwecke verwandt.

Über den Beginn des Haarausfalles weichen die Angaben in der Literatur sehr stark voneinander ab. Die einen sehen ein Ausfallen der Haare schon am 4. bis 8. Tag (Neubauer), die anderen, z.B. Prick am 10. bis 15. Tag, Hirschmann, Hampel am 18. Tag oder auch am 22. Tag (Freeman). Gewöhnlich aber liegt der Zeitpunkt des Haarausfalles nach Ansicht Moeschlins zwischen dem 10. bis 14. Tag. Nur Bingel berichtete von einem Fall, bei dem erst nach einjährigem Bestand der Erkrankung der Haarausfall eintrat.

Nach Kobert und Sarocoglu soll die Einnahme von 0,1 g Thallium den Haarausfall beim erwachsenen Menschen verursachen (nach Cooper 0,08 g Tl/kg Körpergewicht). Bei Kindern rufen, wie Vaubel angibt, folgende einmalige Dosen pro kg Körpergewicht einen Haarverlust hervor:

Thalloacetat	0,008 g
Thallotartrat	0,007 - 0,012 g
Thallobenzoat	0,018 - 0,01 g
Thallosalicylat	0,07 - 0,01 g

Von der Höhe der Thalliumdosierung hängt es ab, wie wir es an den übrigen Vergiftungssymptomen bereits gesehen haben, wieviel von der Behaarung Kopf-, Schamhaare usw. verlorengehen. So berichtet Bihler von zwei Selbstmordversuchen mit unterschiedlicher Thalliumaufnahme. Der Haarausfall erfolgte zwar in beiden Fällen zur gleichen Zeit, beschränkte sich aber bei dem Patienten mit der geringeren Thalliumvergiftung nur auf das Kopfhaar, im Gegensatz zum anderen Patienten, wo auch die übrige Körperbehaarung mitbetroffen wurde.

Binler wie auch Allsops sehen bei ihren Vergiftungsfällen mit Thallium keine Beziehung zwischen dem Grad der Dosierung des Giftes und dem Beginn des Haarverlustes.

Ist aber die Dosierung so hoch, daß der Patient in kürzester Zeit stirbt, wobei der Zeitpunkt, an dem der Haarausfall einzutreten pflegt, nicht mehr erreicht wird, fehlt, wie Luck müller beobachtete, das wichtige Symptom des Haarverlustes. Zur Beobachtung kommen dann gelegentlich nur andersartige Hautalterationen, wie z.B. schuppende Erytheme (Imenezki).

Im Gegensatz zu dieser akuten Thalliumintoxikation tritt bei der subakuten Form der Vergiftung Alopecie nur in jenen Fällen ein, wo der Tod mindestens um 20 Tage verzögert wurde (Getteler und Weiß); Allops vertritt die Ansicht, daß nur bei dem Patienten die Alopecie vorkommt,

der noch lange genug nach der Intoxikation lebt ("who lived long enough").

Der Haarverlust trete also mehr bei chronischer Vergiftung in Erscheinung. Aber auch dann muß es nicht immer zwangsläufig zum Haarausfall kommen, wie Sroka und unabhängig davon Richeson betont. Des öfteren findet man auch nur eine Rotfärbung der Haare (Teleky), oder die Haare ringeln, kräuseln sich durch die Thalliumeinwirkung, wie Königbauer an älteren Versuchstieren nachweisen konnte.

Für Tiere gilt, was über die akute, subakute und chronische Thalliumvergiftung gesagt wurde, etwa das gleiche wie beim Menschen. Die Dosis an Thallium, um Haarausfall zu erzeugen, soll, wie Cooper erklärt, bei Tieren etwas höher als beim Menschen liegen. So konnte er bei Ratten mit 0,014 g bis 0,018 g Thalliumacetat pro Kilogramm Körpergewicht einen Haarverlust verursachen. Butcher sah bei der örtlichen Anwendung von 0,6 mg Thalliumacetat in wässriger Lösung auf einem umschriebenen Bezirk der Haut von Ratten einen Haarverlust. Als er dann die örtlich angewandte Menge Thallium auf 1,2 mg verdoppelte, konnte man ein Ausgehen der Haare am ganzen Tierkörper beobachten.

Der Haarverlust tritt aber nicht bei jedem Tier ein. Während er bei den Katzen das Lippengebiet ergreift, unterbleibt ein Verlust der Haare bei Pferden und Vieh (Schwartzman - Clinico path. conf.).

Entscheidend für den Haarausfall, wie auch für den gesamten Verlauf einer Thalliumvergiftung ist außer der Dosierung das Alter (Buschke, Königbauer) und der Ernährungszustand des Betroffenen, denn wie Levovich feststellen konnte, wird durch Hungern nach Thalliumaufnahme bei Schafen der Mauserungseffekt durch Thallium gesteigert. Was das Alter betrifft, stellte Königbauer bei seinen

Versuchstieren, weißen Mäusen, fest, daß ein Haarausfall nur dann erfolgte, wenn die Tiere nicht über 12 Tage alt waren.

Buschke verabreichte Thallium zu epilatorischen Zwecken nur Kindern bis zu einem Alter von 8 Jahren, da sich bei dieser Altersgruppe, abgesehen von der geringeren Vergiftungsmöglichkeit, der Haarausfall mit Thallium am leichtesten erreichen ließ.

Beim Haarausfall, der im Verlauf einer Thalliumvergiftung auftritt, lassen sich anfänglich nur die Kopfhare leicht und ohne Schmerzen von Seiten des Patienten ausreißen (Neubauer). Später fallen dann die Kopfhare allein und büschelweise aus. (Ludwig H., Gerauer, Haase, Truhaut, Körrholz, Müller L., Steidle, Weswersik, Moureau, Prick u.a.) Bei dem Fall eines Patienten, wie ihn Reccius beschrieb, fand man jeden Morgen das Haar büschelweise im Bett.

Beim Ausfall der Kopfhare handelt es sich zunächst um einen diffusen Haarausfall (Neubauer) im Gegensatz zur Alopecia areata, einem Ausfall der Haare an umschriebener Stelle (Mackes). Nach Walter jedoch besteht auch die Ansicht, daß die Alopecia areata praktisch dasselbe wie die Alopecie nach Thalliumgabe darstellt, da beide durch toxische Einwirkungen entstehen. Auch Giovanni, Vassaux, Jeanselme, Huchart, Combemale u.a. hatten schon früher festgestellt, daß nach Verabreichung geringer Thalliummengen bei den Kranken teils ein diffuser, teils ein der Alopecia areata ähnlicher Haarausfall auftrat.

Der diffuse Haarausfall bei einer Thalliumvergiftung mündet in eine Alopecia totalis (Luck Müller, Fretwurst und Lochmann, Grübel, Heimann, Schuppli).

Diffusen Haarausfall findet man auch bei einem Hypophysentumor (Hirsch) nach Typhus (Pöhlmann); auch bei Blei-Arsen- und anderen Vergiftungen und Auszehrkrankeheiten tritt in seltenen Fällen diffuser Haarausfall auf. Dieser Haarausfall erfolgt aber niemals büschelweise und endet auch nie, so behauptet L. Müller, in einer Alopecia totalis.

Wie Matthys betont, betrifft die Alopecie, die bei den Arbeitern in der Kautschukindustrie nach einmonatigem Kontakt mit Chloropren (bei der Polymerisation) auftreten kann, nur das Kopfhaar; andere Haarbezirke bleiben verschont. Außerdem treten gaströintestinale und nervöse Symptome nicht auf.

Bei der androgenetischen Alopecie, einem diffusen Haarausfall bei Frauen jenseits des Pubertätsalters, fallen, wie Ludwig nachwies, Kolbenhaare und nicht zuerst die Papillenhaare, wie es bei der Thalliumvergiftung der Fall ist, aus.

Völlige Kahlheit und büschelweisen Haarausfall findet man auch bei der Feer'schen Krankheit (Beumer und Krack), einer Neurose des vegetativen Systems, die vor allem Kleinkinder befällt (Pschyrembel) und deren klinisches Erscheinungsbild dem einer Thalliumvergiftung entspricht; es fehlt jedoch die Anhydrose und die Mees'schen Streifen. Statt der Anhydrose findet man eine Hyperhydrosis und die psychischen Störungen sind weniger ausgeprägt (Beumer und Krack).

In der Verschiedenheit des Haarkleides - Papillen- und Kolbenhaar - ist die Ursache zu suchen, daß es sich beim Haarausfall nach Thalliumaufnahme in erster Linie um einen diffusen Haarausfall handelt. Jüngere Tiere besitzen fast nur Papillenhaare und verlieren daher bei

Thalliumzufuhr, so ermittelte Königbauer in seinen Versuchen, besonders leicht das Haar, während dies bei den Versuchstieren von Schamberg und Brown, 2 Kaninchen, nicht eintrat, wohl infolge eines Überwiegens der Kolbenhaare.

Linser und Kähler stellten bereits 1928 fest, daß Papillenhaare, die durch Sprossungsvorgänge mit dem Haarbett eng verbunden sind, empfindlicher gegen eine plötzliche Unterdrückung der Wachstumsvorgänge durch die Thalliumeinwirkung sind, als die voll entwickelten und viel fester in der Epidermis sitzenden Kolbenhaare. "Kolbenhaare sind," so schreibt Rauschke, "nicht mehr am Stoffwechsel beteiligt und können durch exogene Einflüsse nicht verändert werden." Und Hildebrand charakterisiert das Papillenhaar im Unterschied zum Kolbenhaar: "Die Zwiebel des Papillenhaares ist noch weich und unverhornt; im Bereich der sektflaschenbodenartigen Höhlung an der Basis ragt die von der Cutis gebildete Papille in die Haarzywiebel hinein, dort treten die dem Wachstum dienenden Gefäße in die Haarzywiebel hinein."

Sicher kommt es hier zum Thalliumeinfluß auf das Haar während der Vergiftung, da sich ja Thallium mittels dem Blutstrom in jedes Organ hin verteilt, wobei manche Gewebe eine besondere Affinität zu Thallium besitzen, so daß im Blut wenig Thallium nachweisbar ist (Rauschke). Auch die Veränderungen des Blutbildes zeigen, daß Thallium im Blut wirksam ist und hier durch direkte Einflußnahme Schädigungen setzt. Außerdem sei die Wurzel des ausge-rissenen Papillenhaares, wie Hildebrand berichtet, schlaff und weich und laufe daher, wenn sie zusammenfällt, spitz zu.

Buschke und Peiser sprechen zwar von einer fleckenförmigen Enthaarung bei Thalliumvergiftung. Sie unterscheiden jedoch nicht Papillen- und Kolbenhaare, sondern nur

Sinneshaare, die von Cerebrospinalnerven innerviert werden und normale vom Sympaticus versorgte Haare. Buschke beobachtete nämlich bei seinen Versuchstieren nach oraler Thalliumaufnahme, daß diese nur die Pelzhaare verloren, die vom sympathischen Nervensystem innerviert wurden, während die von anderen Nerven versorgten Haare erhalten blieben. Daraus zogen Buschke und Peiser den Schluß, daß durch Thallium das vegetativ endokrine System - besonders der Sympaticus - betroffen werde.

Das klassische Bild des Haarausfalls infolge einer Thalliumintoxikation beim Menschen zeigt daher nach Meinung von Buschke einen Verlust des Kopfhaares und des lateralen Drittels der Augenbrauen, d.h. Haare, die vom Sympaticus innerviert und infolgedessen bei einer Sympaticusschädigung betroffen werden.

Das mediale Drittel der Augenbrauen, in dem, wie Virchow feststellte, die "Haarströmung" anders als im lateralen Drittel gestaltet sei, wird von cerebrospinalen Nervensystem innerviert, was Saalfeld auf Grund seiner Versuche erkannte, und bleibt in vielen Fällen erhalten. Ebenso bleiben der Schnurrbart, die dünnen Haare an der Stirnhaargrenze und die Lanugohaare meistens vom Ausfall verschont (Fuss).

Diese Haare, vor allem der mediale Teil der Augenbrauen, entsprechen nach Buschke den Sinneshaaren, die von ihm und später Mertens und Weswersik als "rudimentäre" Tasthaare bezeichnet wurden.

Bei Tieren z.B. bei Ratten und Katzen entsprechen den Sinneshaaren die Schnurrbarthaare, die vorwiegend zum Tasten gebraucht werden (Esser). Sie bleiben, wie Butcher meint, ebenfalls unbeeinflusst durch das Thallium.

Ein Ausfall der lateralen Augenbrauen kommt auch bei anderen Erkrankungen vor, die nicht durch Thalliumeinwirkung bedingt sind, so z.B. bei der Erkrankung der Schilddrüse (Neuda). "Signe de sureil" nennen die Franzosen dieses Erscheinungsbild und als Hertog'sches Zeichen findet man es öfters in der deutschen Literatur, so bei Osten und Weswersik.

Der laterale Augenbrauenanteil fällt bei der chronischen Thalliumvergiftung fast immer mit aus, jedoch wurden und werden immer wieder Fälle beschrieben, wo neben dem lateralen Augenbrauenanteil auch die mediale Augenbraue verloren geht (Böhme, Koszler, Heinecker u.a.). Kaufhold und unabhängig davon Symonds sprechen von einer gleichmäßigen Lichtung der gesamten Augenbraue; ähnliche Berichte sind u.a. von Steiner, Langecker und Mitarbeiter Starkenstein gegeben worden.

Auch Lanugohaare, von denen Spitzer und auch Buschke behaupten, daß sie resistent bei einer Thalliumintoxikation seien, fallen wie Philadelphi, Ludwig und andere entgegen den Angaben von Cicero, Fiocco, Buschke feststellten, aus.

Praktisch können die Haare jeder Region des menschlichen Körpers verlorengehen, wobei der Ausfall zunächst diffus und unscharf einsetzt. Daß zuweilen einzelne Haarbezirke vom Ausfall verschont bleiben, z.B. die Scham- und Achselhaare des Patienten, von dem Symonds berichten konnte, kann nach Ansicht von Moeschlin durch rein örtliche Resistenzunterschiede bedingt sein. Der Ausfall dieser resistenteren Haargruppen richtet sich dann nach dem Grad der Intoxikation. Wahrscheinlich spielt aber auch die Verschiedenheit der Behaarung - nicht nur Papillen- und Kolbenhaar werden unterschieden -, sondern man spricht auch vom Woll-, Borsten- und Langhaar (Hirsch), eine Rolle

Das Wollhaar, oder auch als Lanugohaar bezeichnet, stellt ein etwa 4,5 bis 14 mm langes, markloses Härchen dar, das an allen Körperoberflächen anzutreffen ist (Hirsch).

Die 5 bis 13 mm langen Borstenhaare findet man als Augenbrauen, Augenwimpern, am Naseneingang und im inneren Gehörgang.

Zum Typ der Langhaare, deren Länge verschieden ist, rechnet man die Kopfhaare, die Bart-, Achsel-, Scham- und Brusthaare.

Bei den letzten beiden Haartypen könnte die regional verschiedene Thalliumsensibilität, wie auch Königbauer glaubt, von der verschiedenen Länge der Haare - die Borstenhaare sind nur 5 bis 13 mm, die Langhaare manchmal meterlang - herrühren. Kurze Haare können mechanischen Alterationen keinen Angriffspunkt bieten (Königbauer); da aber die Haartypen aus Haarsorten bestehen, die auch verschieden lang sind, so kommt es innerhalb der einzelnen Haartype, so z.B. beim Borstenhaar, zu einem unterschiedlichen Haar- ausfall.

Der mediale Augenbrauenanteil, der auch zum Borstenhaar zu rechnen ist und der sehr oft bei der Thalliumvergiftung erhalten bleibt, weist darüber hinaus eine Besonderheit auf. Der anatomische Bau dieser Haare besteht, so behauptet Königbauer darin, daß deren Wurzel in einem mit Flüssigkeit gefüllten Säckchen gelegen ist. Damit trete ein "Hohlraumeffekt" auf, der das Vordringen einer größeren Thalliummenge zum Haarschaft nicht gestattet.

Von einer anderen Morphologie der Sinneshaare, die phyllogenetisch älter als die übrigen Körperhaare seien, haben früher auch schon Schlesinger und Hooft gesprochen.

Aus der Tatsache, daß das Haar von jeder Region, sowohl vom menschlichen als auch vom tierischen Körper ausfallen kann, wobei es bei letzteren auf die Tierart ankommt und

aus der Feststellung vieler Autoren, daß man bei Sektionen Thalliumvergifteter keine entscheidenden Veränderungen an den endokrinen Drüsen sehen kann, muß man folgern, daß endokrine Beziehungen zum Haarausfall im Sinne Buschkes nicht bestehen.

Durch Thalliumeinwirkung wird zwar, wie Versuche von Dixon ergaben, der Sympaticus geschädigt. Der Sympaticus beeinflußt das Haarwachstum, wie aus den Veränderungen der Behaarung bei Syringomyelie und bei Grenzstrangverletzung z.B. bekannt ist (Mertens). Die Sympaticusveränderung allein dürfte jedoch nicht den Haarausfall bewirken. Lewin, der eine Sympaticusstörung als das Entscheidende für die Alopecie annimmt, hat wohl Unrecht.

Denn gegen eine zentralnervöse Störung sprechen vor allem die Experimente von Voerner und später auch von Königbauer, die beide ihren Versuchstieren den Ischiadicus durchtrennten. Voerner, wie auch Königbauer, konnten trotzdem an den infolge der Ischiadicusdurchschneidung gelähmten Gliedern einen Haarausfall mittels Thalliuminjektion erzielen.

Die Innervation spielt daher bei der durch Thallium bewirkten Alopecie keine Rolle, was Chang beobachtete. Bei den Versuchsserien von Chang entwickelte sich auf frischem Haut-Autotransplantationen, bei denen eine Wiederherstellung der Innervation wohl kaum eingetreten war, die Thalliumalopecie in gleicher Weise wie auf normalem Leg.

Auch eine sekundäre im Laufe einer Thalliumintoxikation entstehende Kalkstoffwechselstörung, wie sie von Buschke und seinen Mitarbeitern Christeller und Löwenstein geschildert wurde, ruft nicht, wie Ratner meinte, eine Alopecie hervor; sonst müßte man ja z. B. bei einer Calcinosis interstit. universalis ebenfalls einen Haarausfall beobachten. Ebenso verhält es sich mit einer

durch Sympatikusänderung gekoppelten Nebennierenschädigung, wenn auch das Nebennierenhormon, wie Körrholz schrieb, eine besondere Affinität zu den Haarbälgen besitzt.

Vielmehr könnte, wie schon bei Betrachtung der Haare - Papillen- Kolbenhaar - hervorgeht, das Thallium lokal und direkt auf das Haar einwirken und zusammen mit dem Sympaticuseinfluß - Veränderungen der sympatischen Kerne im Zwischenhirn existieren nämlich, wie Cortella in seinen Untersuchungen herausfand - den Haarausfall bewirken.

"Unseres Erachtens ist die Alopecie zwanglos durch eine gleichzeitige direkte und vegetativ hormonale Wirkung zu erklären", behauptet Bücheleres.

Früher gemachte Erfahrungen sprechen für eine lokale Wirkung des Thalliums in der Haut auf das Haar. Eine zentralnervöse Wirkung auf das Haar, wie Peter meinte, der die Thalliumalopecie als Folge einer Sympaticusreizung ansah, als auch eine endokrine Beeinflussung des Haares im Sinne Buschkes und später auch Mosingers scheint für den Haarausfall durch Thallium darum nicht ausschlaggebend zu sein.

Bettmann konnte durch lokale Applikation einer 20 %igen Thalliummitinsalbe am Kaninchen einen Haarausfall erzielen, ähnliches gelang Tschernogonhoff mit einem Thallium-haltigen Pflaster, oder auch Vignolo-Lutati und Nobl, der mit Thalliumtraumatizin an der Katze seine Versuche ausführte.

Thallium hat eine spezifisch toxische Wirkung auf die einzelnen Hautbestandteile, auf die Haare und Schweißdrüsen (Spitzer).

Da durch Thallium die Sekretion der Schweißdrüsen verhindert wird, glaubte Jacquet (Zit. nach Perutz), daß Thallium

im entgegengesetzten Sinne wie Pilocarpin wirke. Während Pilocarpin durch Anregung der Drüsentätigkeit und Erregung der glatten Muskulatur das Haarwachstum anrege, erzeuge Thallium aus entgegengesetzten Gründen einen Haarausfall. Gegen diese Theorie spricht jedoch, daß unter dem Einfluß minimaler Thalliumspuren der Haarwuchs gesteuert werden kann (Arnold).

Außerdem folgert Goodman auf Grund seiner Versuche, daß ein Antagonismus zwischen Thallium und Pilocarpin wohl nicht bestehen dürfte.

Königbauer folgert auf Grund seiner experimentellen Ergebnisse, daß der Angriffspunkt des Thalliums, soweit dies den Haarausfall betrifft, direkt am Follikelapparat des Haares und nicht in übergeordneten Zentren zu suchen sei. Gleichermaßen erklärt Dwayne: "Es hat den meisten Anschein, daß das Thalliumsulfat direkt auf den Haarfollikel wirkt." Und Arnold, Herzberg, Ludwig, Sturde stellen fest, daß Thallium sowohl die epidermalen wie auch die bindegewebigen Anteile des Haarfollikels beeinflusst, was unter anderem an der Proliferation der bindegewebigen Haarscheide, sowie deren reichlicherer Capillarisation bei den fehlenden entzündlichen Veränderungen erkennbar sei.

Voraussetzung für eine direkte Wirkung von Thallium auf den Haarfollikel ist, daß Thallium im Vergiftungsfall in die Haut und in den Haarfollikel gelangt. Buschke wies wohl Thallium in der Haut spektroskopisch nach, aber erst Truffi leitete aus dem Nachweis von Thallium in der Haut eine direkte und lokale Wirkung des Thalliums auf das Haar ab, wie das bei allen Organen der Fall zu sein scheint.

1936 wandte sich Fischer gegen die Theorien Buschkes und verwies auf eine direkte Wirkung des Thalliums auf die zelligen Elemente des Haarfollikels, wohin Thallium durch Ausscheidung durch die Hautdrüsen gelange. Auch

Cicero sprach von einer elektiven Wirkung des Thalliums auf die Haarpapille, was auch von Tschernogonhoff und Montreil auf Grund ihrer Versuche bejaht wurde. Als endgültigen Beweis dafür, daß Thallium direkt den Haarfollikel angreift, wertet Schwartzman die Tatsache, daß man Thallium im Epithel der Haarfollikel nachweisen kann, was ja Thyresson mit Hilfe von radioaktiven Thallium ²⁰⁴ ebenfalls ermittelte. Schwartzman folgert daraus:

"Thallium hat eine grundlegende Wirkung auf die Haarfollikel. Sie werden in einen Ruhezustand versetzt, woraus die Alopecie resultiert."

Von einem Katagenzustand, der etwa 80 % aller Haarfollikel erfaßt, berichten Arnold et al. So zählten sie nach der Biopsie einer Kopfhaut eines Thalliumvergifteten 2,2 bis 4 Katagenfollikel auf je 1 Anagenfollikel, wobei Telogenstadien fehlten. Diese Katagenfollikel, relativ junge Phasen mit gerade erst zurückweichender und verschmälerter Matrix, treten nach ihren Untersuchungen aber erst eine Woche nach dem "anagenen Effluvium", einem diffusen Haarausfall der anagenen (= wachsenden) Haare, auf; dieser und die Verschiebung der physiologischen Relation zwischen den Haaren im Anagen -, Katagen- und Telogenstadium sind durch direkte Thalliumeinwirkung bedingt. Root, der die Kopfhare eines 8jährigen Jungen, der sich mit Thallium vergiftet hatte, untersuchte, stellt fest, daß durch Thallium eine Anagenalopecie veranlaßt wird - die sich im Wachstum befindenden Haare brechen innerhalb der Follikel ab. Ein großer Prozentsatz, der von Thallium weniger geschädigten Haare jedoch fällt nicht sofort aus, sondern wird in ein Telogenstadium versetzt. 6 - 12 Wochen später wird dann dieses Haar als anscheinend normale Keulenhaare abgeworfen. Das "Anagen/Telogen-Verhältnis" wird wie Root meint durch Thallium zu Gunsten der telogenen Haare verschoben.

Bersin erklärt die direkte Wirkung von Thallium auf die Haarfollikel folgendermaßen: "Die HS-haltigen Vorstufen des Keratins in der Haut binden eingedrungenes Thallium (I) hauptsächlich in den Haarfollikeln zu Thallium (I)- Mercaptiden und die dadurch hervorgerufene Störung der Biosynthese führt in 14 bis 18 Tagen zum Haarausfall." Eine Störung der Keratinbildung haben auch Truffi, Hecke, Thyresson und Butcher festgestellt. Als Folge der gestörten Verhornung folgte Hecke komme es zu Haarveränderungen, welche das Eindringen von Arzneikörpern,

so vielleicht auch von Thallium, erleichtern.

Unter den HS-haltigen Vorstufen des Keratins, mit denen Thallium eine Verbindung eingeht, spielen vor allem die Aminosäuren - wie Jarosch auf einem gerichtsmedizinischen Kongreß in Zürich 1958 darlegte, hat Thallium auf den Aminosäurestoffwechsel eine Einwirkung - eine große Rolle. Proteine, die sich aus Aminosäuren aufbauen, besonders die Proteine, die Sulfhydrylgruppen enthalten, werden durch Tabakrauch - Tabak enthält Thallium (Geilmann) -, so ermittelte Reske durch Versuche "in vitro", geschädigt.

Von den Aminosäuren scheint Cystin bzw. Cystein besonders durch Thallium betroffen zu werden. Rauschke glaubt an eine besonders starke Affinität des Thalliums zu Cystin. Infolge dieser Affinität würde Thallium in der Haarwurzel mit dieser Sulfhydrylgruppenhaltigen Aminosäure eine Verbindung eingehen. Es kommt dadurch gewissermaßen zu einer Cystinverarmung. Die Cystinarmut aber führt zu Keratinstörung (Butcher) und zu einer Veränderung am Haar. ... "Innerliche Gründe", so schreibt Hirsch in einer Monographie über das Haar, "vor allem Cystinarmut führen zum Haarspalt."

Eine Cystinzufuhr im Überschuß vermag daner möglicherweise diese Störungen zum Teil zu überwinden, wie Moeschlin annimmt, wobei durch diese schwefelhaltige Aminosäure eine gewisse Schutzwirkung, zumindestens bei der subakut verlaufenden Vergiftung eintritt (Truhaut).

Nach Meinung von Mather und Low findet durch Cystinzufuhr eine vermehrte Ausscheidung von Thallium aus dem menschlichen Organismus statt. Eine stark erhöhte Ausscheidung von Thallium im Urin nach oraler Gabe von Aminosäureschwefel konnte Lund bei seinen Patienten feststellen.

Thyresson dagegen glaubt auf Grund seiner Experimente mit markierten Thalliumnitrat (Tl^{204}), daß durch Cystingabe die Thalliumelimination überhaupt nicht - im Versuch bei akut vergifteten Ratten geprüft - oder nur gering bei chronischer Thalliumvergiftung ansteigt. Die günstige Wirkung des zusätzlich zugeführten Cystins bei einer Thalliumintoxikation kann nach seiner Meinung nicht durch eine vermehrte Thalliumelimination erklärt werden.

Mit der Gabe von Dimethylcystein konnte Siegenthaler weder bei der Maus noch beim Meerschweinchen einen "Effekt" beobachten.

Gross, Rune und Wilson erkannten in ihren Versuchen, daß diejenigen Tiere, die zusätzlich Cystin neben einer Thalliumgabe erhielten, beträchtlich weniger Haare verloren als solche, die nichts zusätzlich erhielten. Sie vermuteten, daß Thallium entweder durch Bindung des L-homocysteins und L-cystins, wodurch ein Cystinmangel entsteht, wirkt, oder daß die enzymatische Aktion blockiert wird, die für eine Umwandlung von Cystein in Cystin notwendig ist.

Im Gegensatz zu Gross und seinen Mitarbeitern gelang es Butcher in keinem seiner Versuche, die ebenfalls mit Ratten durchgeführt wurden, den durch Thallium bewirkten Haarausfall zu verhindern; obwohl man mit der Verabreichung einer 3 %igen Cystinlösung schon vor der Thalliuminjektion begonnen hatte. Nur in der Ruhepause der Follikel konnte eine enthaarende Wirkung durch Thallium vermieden werden. Im Ruhezustand der Follikel, nach Umwandlung der Papillen - in Kolbenhaare, greift Thallium das Haar nicht so stark an (Königbauer).

Wahrscheinlich vermag Thallium nur in einer bestimmten Konzentration auf die Sulfhydrylgruppen der Aminosäure in den Haarfollikeln einzuwirken; als "Sulfhydrylblocker" (Langhof) zu wirken und dadurch Alopecie hervorzurufen.

Nach Ansicht Truhaut's hängt die Alopecie mit der Thalliumkonzentration in Haut und Haaren zusammen. Bei langsamer Vergiftung sei die Haut Thallium-arm und das Haar Thallium-reich. Goffart fand, daß Thalliumacetat in einer 1 %igen Konzentration keine Wirkung auf die freien Sulfhydrylgruppen hat und darum die Konzentration stets höher sein muß.

Der Organismus besitzt gegenüber Thallium, wie auch anderen Schwermetallen, ein gewisses Kompensationsvermögen (Hirth), wobei neben physikalischen Mechanismen, vor allem das Cystin-Cystein-System von besonderer Bedeutung ist.

Bei der Reaktion des Thalliums mit den Sulfhydrylgruppen werden wichtige Fermentsysteme gehemmt (Mantey); dies wird jedoch erst dann manifest, wenn der Kompensationsmechanismus des Körpers gegenüber Thallium erschöpft ist (Hirth).

Bei den Fermenten, die von Thallium gehemmt werden, handelt es sich in erster Linie, so geht aus den Versuchen von Holló und seinem Mitarbeiter Zlatarov hervor, um die Katalaseaktivität der Haarkleidung und um die alkalische Phosphataseaktivität, die im Inneren der Haarwurzeln und in den inneren Schichten der follikulären Wandung von normalen Menschen herrscht, was man mittels eines braunen bis schwarzen Niederschlages, der von der Konzentration der alkalischen Phosphatase, ein "Nicht-SH Enzym" (Hirth), im Gewebe abhängt, zeigen kann (Butcher). Zum Teil wird die Tätigkeit beider Enzyme durch Thallium aufgehoben.

Hinsichtlich der Katalaseaktivität sieht man, daß an den Bulbi, der durch Thalliumeinwirkung ausgefallenen Haaren nicht wie bei normalen Haaren, beim Versetzen mit Hydrogenperoxydlösung ein Aufbrausen - eine Reaktion der Katalase mit Hydrogenperoxyd, die mikroskopisch er-

kennbar ist - erfolgt. Lediglich ein bis zwei Oxygenbläschen weisen daraufhin, daß die Katalase zwar vorhanden, jedoch in ihrer Tätigkeit stark durch Thallium eingeschränkt wurde (Holló und Zlatarov).

Holló und Zlatarov vermuten daher, daß während der Epilation durch Thallium, ähnlich wie bei den X-Strahlen, die SS-Verbindungen der Proteine zu SH-Gruppen reduziert werden, welche die Enzyme inaktivieren würden; darüber hinaus würde es durch Aktivierung fortschreitender Eiweiß-spaltender Prozesse zum Zelltod kommen. Primär komme es durch den Thalliumeinfluß zu einer Oxydation, an die sich unmittelbar eine kompensatorische Reduktion anschließe, wodurch die mit Thallium reagierenden aktiven Sulfhydrylgruppen entstehen würden. Blockierung oder Hemmung gewisser Enzymgebiete sind dann die Folge.

Von den SH-haltigen Enzymen des Haares wird u.a. auch die Aktivität der Bernsteinsäure-Dehydrogenase in den Haarfollikeln durch Thallium herabgesetzt (Butcher).

Inhibierung von SH-Enzymen bedeutet aber letztlich eine Beeinträchtigung aller wichtigen intermediären Stoffwechsel (Hirth). So zeigten Holló und Zlatarov in ihren Versuchen, daß die sonst normalerweise positive Calciumphosphatreaktion auf der Oberfläche von Haarbulbi, bei Haaren, die durch Thallium oder X-Strahlen entfernt werden, negativ wird. Der Grund hierfür dürfte darin bestehen, daß auf die Aktion von Thallium bzw. X-Strahlen hin, anorganisches Phosphat aus der Oberfläche der Haarbulbi herausgelöst wird und verschwindet; in Übereinstimmung damit steht die Beobachtung von Fanton, der mehr Phosphat im Urin bei Thalliumvergifteten Tieren fand. Auf eine "uncoupling action" (= loslösende, loskuppelnde Wirkung) bezieht Hollunger auch den durch Thallium verursachten Haarausfall.

Ein Enzym, dessen Name noch unbekannt ist, ist nach Butcher, Schwartzman und Kirschbaum wichtig für die Mitosis und für das Leben der Haarbulbizellen. Dieses werde durch Thalliumeinfluß zerstört.

Neben den Fermenten werden auch die Vitamine, besonders das Lactoflavin von der Thalliumeinwirkung betroffen, genau genommen wird die Vitaminverwertung durch Thallium gestört (Stepp). Wie Mantey, Prick u.a. erklären, geht Thallium mit Lactoflavin, dem Vitamin B₂ im Vitamin B-Komplex, eine unlösliche Verbindung ein und bewirkt dadurch, daß der Organismus nicht mehr ausreichend mit diesem Vitamin versorgt wird; durch diese Avitaminose wird der Stoffwechsel jeder Zelle des Körpers beeinflußt und Wachstumsstillstand herbeigeführt (Bianco). Das Haar wird glanzlos und fällt schließlich aus (Bianco). Ein primär vorhandener Vitamin B₂-Mangel zeigt ähnliche Erscheinungen, wie sie bei der Thalliumvergiftung auftreten (Weber).

Außer diesen Veränderungen sprechen noch viele andere, wie sie am Follikel, Bulbus, Haarschaft, am ganzen Haar mehr oder weniger stark in Erscheinung treten, für eine direkte Einwirkung von Thallium auf das Haar. Thallium kann aber nur dann direkt wirken, wenn es an Ort und Stelle vorkommt, also während der Vergiftung ins Haar gelangt.

Buschke stellte bei seinen Untersuchungen nur geringfügige oder überhaupt keine Veränderungen an Haut und Haaren fest. Bei ihm kommt es zu einer Lähmung der Haarpapille, was nach seiner Meinung, da das Haar später wieder besser wächst, am besten funktionell und nicht organisch zu erklären ist. Sein Mitarbeiter Peiser spricht statt von einer Schädigung von einer vorübergehenden "Ruhigstellung und Erholung" der Haarpapille nach Thalliumalopecie, wodurch die stärkere Regenerationsfähigkeit des Haares gewährleistet sei.

Heller dagegen, welcher von Buschke ein Stück Haut eines seiner Versuchstiere zu mikroskopischen Untersuchungen erhalten hatte (Pöhlmann), fand an der untersuchten Stelle im Gegensatz zu Buschke ganz erhebliche anatomische Veränderungen; kein Gewebelement war mehr zu sehen. Kerne und elastische Fasern waren nicht mehr darstellbar, die ganze Haut befand sich im Zustand starker Nekrose. Über den Zustand der Haarbulbi finden sich im Heller'schen Befund keine Angaben. Veränderungen der Haut, wie Runzligkeit oder auch Mikroabscesse konnten Bernhardt und unabhängig davon Vasarhélyi feststellen.

Eine Atrophie der Haarfollikel beobachtete bereits 1912 Giovanni. Vassaux und Jeanselme sahen atrophische Bulbi. Vignolo-Lutati, der an Katzen und Kaninchen experimentierte, fand die Haarbulbi teilweise geschrumpft und die Haare nach außen hin glanzlos, zerbrechlich; sie erschienen wie "bestäubt".

Von einer vorübergehenden Atrophie der Haarfollikel berichtete auch Divella. Die Veränderungen des Haarfollikels wurden von Fischer an Hand eines Photogramms von einer mit Thallium epilierten Haut eines Mäusesäuglings beschrieben: "Die Follikel sind enorm, bis weit in die Tiefe erweitert und ausgefüllt mit einer Masse, die feine lamellöse Schichtung zeigt. Dieses lamellöse Produkt ist eine Umwandlung der Zelle der Follikelwand, die in verstärktem Tempo, sich in eine zentrale Masse umwandeln, wodurch eine starke Erweiterung des Follikels zu stande kommt."

Die histologischen Untersuchungen von Truffi ergaben eine deutliche Schädigung der Haarmatrix, der epithelialen Elemente des Bulbus, der Wurzel und der Follikelscheiden. Gleiches sahen Dudits und Mamoli; in ihren Versuchen trat neben der Atrophie der Haarbälge und der

inneren Wurzelscheiden auch eine Hypertrophie des sezernierenden Teiles, d.h. Verdickung der Talgdrüsen und sogar der Meibohm'schen Drüsen auf.

Leigheb hingegen stellte histologisch eine mäßige Atrophie der Schweiß- und Talgdrüsen fest; an den Haaren sah er wie auch Oliviér ebenfalls einen Schwund der Papille, eine Degeneration der Keimzellen des Bulbus und der Haarscheide. Und Fiocco schließlich erklärte, daß die Thalliumalopecie durch eine Veränderung des Haarfollikels und des Haares selbst gekennzeichnet sei.

Im Anfangstadium der Thalliumvergiftung seien die Haarwurzeln gespalten, später gekrümmt und hackenförmig, meinte der Japaner Aramaki. Histologisch fand er eine "seichte Lage" der Haarbälge und der Haarpapille; ferner fand er Veränderungen des Hautparenchyms, ähnlich wie bei einer Zellinfiltration. Schwere Veränderungen der äußeren Wurzelteile und der die Papille umgebenden Zellen des stratum germinativum wurden auch von Sannicandro beschrieben.

Baumann hielt daher, da er nach Thalliuminjektion in den Haarzwiebeln pyknotisch und karyorhektisch veränderte Kerne vorfand, Thallium für ein karyoklastisches Gift und die Haarpapillen besonders empfindlich gegenüber solchen karyoklastisch wirkenden Stoffen. Eine Stunde nach der Injektion fand er auch bei großen Dosen die Thalliumeffekte noch gering; das Maximum glaubte er nach 4 Stunden zu beobachten, während nach 24 Stunden zahlreiche Kerntrümmer bereits schon wieder verschwunden waren.

Hecke und später Moeschlin und Moureau berichteten ebenfalls sehr ausführlich über die bei der Thalliumintoxikation auftretenden Haarveränderungen. So schreibt Hecke im Bericht über seine Versuche mit Ratten, denen er täglich 0,001 g Thallium pro kg unter die Haut inji-

zierte: "Die Haarbälge sind stark blasig erweitert, so daß sich einmal die Talgdrüsen herausgestülpt haben und man erkennt zerfaserte, hohle oft bandartig gewundene, fast immer im Inneren der Haarbälge abgebrochene Haare oder nur eine lose geschichtete, dünne, oft schollige Hornmasse. Einige Papillen- und Wurzelscheiden zeigen verschiedene Kernzerfallserscheinungen, wie Sprossungen, Pyknosen und Kerntrümmer."

Seltene pyknotische Anzeichen sah Moureau in den Haarwurzeln von Schamhaaren. Moeschlin hält Thallium für ein auf die betreffenden Körperzellen direkt wirkendes Gift. "Dieses allgemeine Zellgift betreffe besonders diejenigen Zellen stark, die bei der Wiederausscheidung von Thallium, dessen Einwirkung am längsten und stärksten ausgesetzt seien."

In den äußeren Schichten der Haarzwiebel fand Moeschlin massenhaft Kernpyknosen, aber keine Mitosen. Die äußeren Wurzelscheiden nahmen bei seinen Versuchen eine derartige Ausdehnung in den Haarfollikeln ein, daß ein Follikellumen überhaupt nicht mehr zu erkennen war. An Stelle der Haarcuticula sah man als deren Rest eine schmale, gewellte Lage dunkler Zellen. Infolge einer toxischen Schädigung, die nur durch direkten Thalliumeinfluß zu erklären ist - denn wie Rauschke erklärt, tritt an der Stelle der Gefäßversorgung Thallium in das Haar ein -, beobachtete man eine Wucherung der Capillarendothelien in den Haarbälgen; vor allem in der Ringfaserschicht des Haarbalges wurden deutliche Gefäßveränderungen sichtbar. "Der capillarmikroskopische Befund zeigt eine Verengung der Haargefäße", behauptete Heimann.

Nekrolytische Veränderungen und gestörte Keratinbildung treten im Verlauf einer Thalliumintoxikation am Haar gemeinsam auf. Schwartzman und sein Mitarbeiter Kirschbaum stellten nekrosenartige Zustände am Haar fest, wobei die starke Parakeratose und die Induktion von Telo-

genfollikeln als wesentliche Merkmale zu werten sind.

Königbauer untersuchte das Haar weißer Mäuse an Hand zweier Verfahren. Einmal nahm er das nach Thalliumgabe ausgefallene Haar und prüfte es nach vorheriger Färbung nach "van Gieson" histologisch. Die Haarpapillen wiesen anstelle scharf begrenzter iso- bis flachprismatischer Haarschaftszellen, mit deutlich gefärbten Kernen, eine sulzig strukturlose Masse auf. Alle aus dem Follikeltrichter herausragenden Haarteile erschienen dystrophisch und von verwaschener Struktur. Dieselbe sulzige, strukturlose Masse, in ihrer Ausdehnung bis etwa zum Follikelostium reichend, wurde auch bei mechanisch epiliiertem Haar vom 4. Tag nach der Thalliumverabreichung an, nachdem sie vorher mit wässriger Nilblau - Sulfatlösung versetzt worden waren, sichtbar. Weiter von der Wurzel weg erschien die Haarstruktur wieder normal und das Haar blieb ungefärbt. Wahrscheinlich, so meint Königbauer, ist diese sulzige strukturlose Masse, durch eine Störung der Verhornung entstanden und stelle Hornmasse dar. In ähnlicher Weise beobachtete Hecke, wie schon angedeutet, faserige Hornmassen in den Follikelmündungen und betrachtete daher die Lockerung und Brüchigkeit der Haare als Folge der zerstörten Verhornung, woran jedoch nur der direkte Einfluß von Thallium Schuld sei.

Von Zellnekrosen der Wurzeln und vergrößerten Follikeln, neben einer massiven Keratinisierung des Haares durch Thalliumwirkung, berichten Mosinger und Fieretti. Und Butcher, der den Thalliumeinfluß besonders auf das wachsende Haar von Ratten hin untersuchte, glaubt, daß diese Überkeratinisierung durch einen durch Thallium hervorgerufenen Ernährungsmangel resultiere. Als Folge davon trete eine Wachstumshemmung des Haares ein.

Von einem Ernährungsmangel hat früher auch schon Aramaki gesprochen und damit vor allem die Pigmentarmut, der nach Thalliumintoxikation noch übrig gebliebenen, meist

in Epidermishöhe (Moeschlin) abgebrochenen Haare gemeint.

In den Veröffentlichungen Butchers wird genau geschildert, wie sich die Veränderungen der Haut nach Thalliumgabe so z.B. vascularisiertes Zytoplasma, Pyknose und allgemeine Verhornung sich auf das Haar fortsetzen, wobei die Haarwurzel zuerst ergriffen werde. Die Talgdrüsen werden kleiner und die Scheidenzellen keratinisieren.

Etwa 6 - 8 Tage nach dem Beginn der Thalliumvergiftung beobachtete Butcher, wie sich das Haar aus dem Follikel löste und verloren ging. Eine Verengung des basalen Teiles des Follikels ging voraus, wobei die äußeren Wurzelscheidenzellen zu einer kompakten Masse zusammengepreßt wurden. Butcher nimmt an, daß durch diesen Verengungsprozeß das Haar aus dem Follikel praktisch herausgedrückt wird. Glykogen, das im mittleren Drittel der äußeren Wurzelscheide enthalten ist, wurde nach vollständiger Verengung des Follikels mit der PAS-Methode nicht mehr nachgewiesen. Daraus folgert Butcher, daß das Glykogen bedingt durch direkten Einfluß von Thallium in den Endstufen der Keratinisation des Haares aufgebraucht werde.

Zur gleichen Zeit, als der Haarverlust erfolgte, sah er an der Basis des Follikels Zellen, die sich stark vermehrten und somit ein neues Haar erzeugten. Es handle sich dabei um Zellen der äußeren Wurzelscheide des Haares, die bei einer Thalliumvergiftung überleben und den Grundstock der neuen Haarknospe bilden würden; das Wachstum der neuen Haarknospe hänge größtenteils dabei vom Stoffwechsel der umgebenen Gewebe ab. Kleinste, aber nicht toxische Thalliummengen, sind aber noch nach einer abgelaufenen Vergiftung in den einzelnen Körpergeweben als Depot enthalten, wie Arnold und seine Mitarbeiter erklären.

Nach ihrer Meinung vermögen diese Thalliumspuren stimulierend auf das Haarwachstum zu wirken. Die Haarregeneration nach Thalliumalopecie, die nach einer bestimmten Zeit nach der Vergiftung wieder eintritt, bei einem Patienten von Fretwurst und Lochmann etwa 8 Wochen nach Thalliumaufnahme, wird darum verbessert (Halter) und die Haare erscheinen dichter (Wessel) als vor dem Ausfall.

Nach Meinung Butchers kommt es zur Überkeratinisation und zur Störung der Keratinsynthese im Sinne Truffis und nicht zu einer Zerstörung derselben, wie Thyresson annahm. Die Störung der Keratinbildung betrifft alle Haare, was ja auch aus Bersins Erklärung über den direkten Angriff von Thallium auf das Haar hervorgeht. Sie kommt nach Ansicht von Ishizawa und Morikawa dadurch zustande, daß das Thallium nicht direkt auf die Mitose, sondern auf die das Keratin produzierenden epidermalen Zellen des Haares giftig wirkt.

Auch Sinneshaare weisen, so wies Thyresson in seinen Experimenten an jungen Ratten nach, diese Störung der Keratinbildung auf. Während aber das normale Haar einer Albinoratte ein zyklisches Wachstum hat, sei dies bei den Sinneshaaren nicht der Fall. Der Haarzyklus gewöhnlicher Haare betrage etwa 35 Tage, mit einer Wachstums- und einer Ruheperiode, die jede über 17 Tage dauere. In der aktiven Wachstumsphase werde Thallium das zyklisch wachsende Haar angreifen und das Haarwachstum infolge Keratinzerstörung einstellen, worauf die normale Degenerationsphase erfolge. Bei Sinneshaaren komme es wohl zur Störung der Keratinsynthese; da jene kein zyklisches Wachstum besitzen, trete nur eine vorübergehende Wachstumsstörung ein, die sich z.B. in nodulären Erweiterungen manifestieren würde.

Die nodulären Erweiterungen sah Thyresson bei der histologischen Untersuchung nur an einigen der während dem Verlauf der Thalliumintoxikation herausgerissenen Sinneshaare. An diesen markanten Stellen brachen die Haare ab oder waren scharf in sich abgeknickt. Bei mikroskopischer Prüfung wurde deutlich, daß der Haarschaft auf der Seite jener Knoten gespalten war. Der weitaus größere Teil der untersuchten Sinneshaare zeigte anstelle der augenfälligen knotenförmigen Erweiterungen jedoch stückweise Verengung oder sie waren gebeugt und erschienen im Ganzen glanzlos.

Außerdem traten etwa 2 - 3 Tage nach der Vergiftung bei Thyressons Versuchstieren bläschenförmige Veränderungen auf an der Haarmatrix, die wiederum ein paar Tage später auch am Haarschaft sichtbar wurden.

Alle Haare, einschließlich der Sinneshaare, werden durch direkte Thalliumeinwirkung geschädigt, wobei die Veränderungen, die dabei auftreten, zuweilen sehr wichtig für die richtige Diagnose einer Thalliumvergiftung sind. Eine in diesem Sinne sehr wichtige Veränderung des Haares, durch direkte Thalliumeinwirkung erklärbar, hat Widy 1956 entdeckt.

Er stellte fest, daß bei jeder Thalliumvergiftung, sogar bei sehr leichten Fällen, in den Haarwurzeln schwarze, spindelförmige, undurchsichtige Pigmentansammlungen entstehen, die den ganzen Umfang der Wurzel befallen, eine Höhe bis zu 1 mm erreichen und damit für das bloße Auge sichtbar werden. Nur wachsende, "lebendige Haare" werden von solchen Veränderungen betroffen, während das ausgewachsene Haar davon verschont bleibt. Daher bilden sich in 95 % aller Kopfhaare, bei den Axillar-, Scham- und Extremitätenhaaren sind es 35 bis 60 % und in 24 bis 40 % des lateralen und medialen Augenbrauenanteils diese Niederschläge, wie Widy und Rauschke feststellten.

Widy schreibt über die Beschaffenheit der Pigmentablagerungen: "Diese schwarze Masse ist höchstwahrscheinlich ein Melanin, das sich im Übermaß infolge der katalytischen Wirkung minimalster Thalliumspuren bildet und das in die Haarwurzel durch den Blutkreislauf in das wachsende, lebendige Haar eindringt." Das farblose in der Haarwurzel enthaltene Protomelanin werde durch kleinste Mengen von eindringendem Thallium in schwarzes Melanin umgewandelt.

In 4 von 20 beobachteten Fällen erkannte Widy außer in der Haarwurzel auch im Haarschaft eine Dunkelfärbung. Normalerweise erliegt aber die Pigmentansammlung in den betroffenen Haaren weiter keinen Veränderungen und verschiebt sich nicht weiter nach oben, da das durch Thallium beeinflusste Haar aufhört zu wachsen und ausfällt. Er folgerte daher und hier widerspricht ihm Rauschke, daß in jenen Fällen eine zweimalige Thalliumaufnahme vorläge, wobei aber die 1. Dosis zu gering war und keine Wachstumshemmung des Haares wohl aber eine Dunkelfärbung verursachte.

Die Pigmentablagerungen im Haar sind ein Vitalgeschehen und können nur beim Lebenden beobachtet werden, wobei durch die Pigmentschicht nach Annahme Widys die Hornmasse zerstört werde und damit der Haarausfall eintrete.

Da man bei Leichen ähnliche Veränderungen am Haar feststellen kann (Widy) glaubt Rauschke, daß die morphologische Betrachtung dieser "lichtdurchlässigen Einschlüsse" nur Hinweis für eine Thalliumvergiftung sein können, da solche Schwärzungszonen auch durch andere Metallsalze und Farbstofflösungen (im Versuch mittels Reagenzglas geprüft), also nicht durch Thalliumeinwirkung im Vitalgeschehen entstehen.

Bei Mensch und Tier sind die Veränderungen an den Haaren etwa gleich. Im Tierversuch gelang Widy der Nachweis von

Pigment nach 3 Stunden, bei tödlicher Dosis, nach stärkerem Erwärmen der in Kanadabalsam getauchten Haarwurzeln sogar nach 75 Minuten nach Verabreichung; bei Menschen dauerte es 4 Tage.

"Schon vom 2. bis 4. Tag an lassen sich in den wurzelnahen Haarteilen Pigmentablagerungen nachweisen", erklärte Mertens 1961 auf einem Fortbildungskurs für Ärzte in Regensburg. Nur die Haare werden betroffen sein, deren Bälge vom Sympaticus innerviert werden. Die von Zerebrospinalnerven versorgten Sinneshaare, die Barthaare und der nasale Augenbrauenanteil werden von den Pigmentablagerungen verschont bleiben.

Widy und Hauschke sahen diese Pigmentablagerungen aber in allen Haaren; auch der mediale Augenbrauenanteil nimmt an diesen Veränderungen teil, wie Widy besonders betonte.

Hinsichtlich des Zeitpunktes, wann eine Dunkelverfärbung und eine Veränderung an den proximalen Enden der Haare sichtbar wird, glaubt Hausmann, daß dies 7 Tage nach der Vergiftung der Fall sei; Dies scheint jedoch nach den Aussagen von Widy, hauschke u.a. aber nicht zuzutreffen. Noch 2 1/2 Monate nach einer Thalliumvergiftung hat Chobot Kaciejewski et al. eine Thalliumvergiftung eines 13-jährigen Jungen auf Grund von schwarzen undurchsichtigen Pigmentschichten in den Haarwurzeln diagnostiziert. Das Ausmaß der unter dem Mikroskop bei tiefer Vergrößerung zu beobachtenden länglichen Pigmentschichten betrug dabei 0,15 x 0,05 mm.

Widys Versuchsergebnisse wurden von Eberhartinger und E.Ludwig bestätigt; beide glauben aber, daß es sich bei den schwarzen Einlagerungen im Haar nicht um Pigment, sondern um Luft einschüsse handelt. Letzterem gelang es die Schwärzungszone mit eindringfähiger Thioglykolsäurelösung restlos zu beseitigen. Auch glückte es ihm, an einigen Thalliumhaaren das Entweichen von Luft aus den "porösen Wurzeln" in Form feinsten Bläschen direkt zu beobachten und fotografisch festzuhalten.

"Das Thalliumhaar ist nicht unbedingt, durch eine spitze Wurzel, sondern durch das Fehlen des Haarkolbens gekennzeichnet", vertritt E.Ludwig die Ansicht. Dage-

gen behauptet Widy, daß die Wurzeln der pigmentierten Haare sich durch ein spitzkegeliges Ende auszeichne und die etwa 2 bis 3 Wochen nach einer Thalliumverabreichung von einer durchsichtigen, bindegewebsartigen Schicht umgeben werde, was man im polarisierten Licht deutlich darstellen könne; diese Glashaut zeigt eine schwach metachromatische Reaktion (Arnold u.a.).

Von konusartigen Zuspitzungen der Haarenden hat früher auch schon Tschernogonhoff berichtet. Nach E. Ludwig bricht jedoch das Haar mit gerader oder schräger Bruchlinie intrafollikulär im Bereich der Pigmentierung ab, so daß es nicht zu einer spitzen Wurzel kommen kann. In den ersten Tagen nach der Thalliumintoxikation vollziehe sich so der Haarverlust und kann nach E. Ludwig daran erkannt werden, daß die später nachwachsenden Haare nicht wie üblich spitz, sondern abgebrochen bürstenartig erscheinen würden.

In seiner Habilitationsschrift hat sich Rauschke mit den obigen Versuchsergebnissen beschäftigt und eigene Versuche über die Thalliumeinwirkung auf das Haar angestellt. Er berichtet: "Die Mehrzahl der Kopfhaare ist gekennzeichnet durch mehr oder minder dichte Einlagerungen im wurzelnahen Haarschaft und in der Wurzel selbst, vielfach mit spindeliger Verbreiterung des unteren Schaftes, ferner durch ein spitz auslaufendes, manchmal "steckkrümmartig gekrümmtes Wurzelende". Die zu einem geringen Teil nicht veränderten Haare besitzen eine kolbige Verdickung des Wurzelendes (= Kolbenhaare)". Rauschke konnte selbst in den Wurzelenden der Kolbenhaare gelegentlich schwarze, körnige Einlagerungen antreffen, "jedoch spärlich und fein verteilt."

2. Thalliumgehalt der Haare.

"Hinsichtlich des Verhaltens der Haare geht die allgemeine Ansicht dahin, daß das Thallium nicht in die Haare geht. Doch kommen Ausnahmen vor (mündliche Berichte)". So schrieb B. Mueller 1953 in seinem Lehrbuch für Gerichtliche Medizin.

Rauschke betont jedoch, "es ist erwiesen, daß die Haare Thalliumvergifteter Thallium enthalten und daß die lichtdurchlässigen Einschlüsse einer Einwanderung von Thallium zuzuschreiben sind." Diese lichtdurchlässigen Einschlüsse stellen Thallium dar, was er mittels der spektrographischen Analyse und mit Hilfe von radioaktiven Thallium ²⁰⁴ feststellte.

Bei der Spektrographie verwandte er einen Quarzspektrographen "Fuess 110 M" und gebrauchte dabei ausschließlich Kohleelektroden Abstand 3 mm, Spaltöffnung 5 - 10 mm, Belichtung 40 sek.

Nur durch eine verfeinerte spektrographische Analyse, wie sie Machata empfiehlt, dem es in einem Fall gelungen ist, Thallium über einen Zeitraum von 8 Wochen im Haar zu beobachten, konnte Rauschke einen sicheren Thallium-Nachweis im Haar Thalliumvergifteter erbringen, was ja, wenn man die Versuche von Steiner oder Schuppli, die Thallium im Haar von Patienten nachweisen wollten, oder wenn man die in dieser Richtung hin unternommenen mißglückten Experimente von Kerber an Katzenhaaren und die von Schamberg und Mitarbeiter Brown an Kaninchenhaaren betrachtet, schwierig zu sein scheint.

Die Schwierigkeiten, Thallium im Haar nachweisen zu können, sind einerseits in der chemischen Natur des Thalliums begründet, das, wie bereits festgestellt wurde, durch den Übergang von Thallo- zu Thallverbindungen und umgekehrt (Truhaut) sich sehr leicht einem

Nachweis entzieht (Vaubel), andererseits bestehen sie darin, daß für den chemischen Nachweis von Thallium, die Thalliummenge im Haar während einer Thalliumintoxikation zu gering bleibt (Rauscnke, Widy). Widy, der zusammen mit J. Pfeiffer Haarwurzeln auf ihren Thalliumgehalt hin untersuchte, meint: "Es ist bekannt, daß Thallium, wenn es in den Körper gebracht wird, schnell vom Verdauungstrakt absorbiert und an alle Organe verteilt wird, einschließlich der lebenden Substanz des Haares, obwohl in solch minimalen Mengen, daß es nicht entdeckt werden kann, auch bei einer noch so empfindlichen Methode außer der Autoradiographie in den Haarwurzeln."

Dazu kommt, daß Thallium sich in der Haut und im Haarfollikel nur während der Perioden des Haarwachstums - die Fellbehaarung einer Albinoratte unterliegt einem cyclischen Wachstum - wie Thyresson mittels Radiographie demonstrierte, ansammelt. Wenn man in der Ruhephase das Haar nach Thallium durchsucht, so wird man kaum Thallium nachweisen oder eine direkt durch Thallium bewirkte Veränderung sehen können; der Zeitpunkt, wann das Haar nach Thallium geprüft werden kann, spielt eine Rolle.

Zuweilen liegt die Schuld, daß ein Thalliumnachweis im Haar mißlingt, nach Wolfs Ansicht an der Vorbereitungsmethode, wobei das zu untersuchende Material meistens trocken verascht wird, bevor man mit der eigentlichen Analyse beginnt. Nur diejenigen trockenen Veraschungsverfahren seien brauchbar, die eine genaue Einregelierung der Glühtemperatur gestatteten. Falls aber die Siedepunkte der Untersuchungs- und Vergleichselement enthaltenen Verbindungen überschritten würden, käme es zum unkontrollierbaren Substanzverlust durch Sublimation. Versuche von Wolf ergaben, daß bei Temperaturen bis zu 500 ° nur Arsen und Queck-

silber im Destillat nachweisbar waren, während Thallium und die anderen Elemente nicht übergingen.

Auf Grund dieser Komplikationen, die sich beim Thalliumnachweis im Haar ergeben, und die heute durch das Einführen der Voltametrie, Neutronenaktivierungsanalyse, der Isotopenverdünnungsanalyse und des Spektrophotometers größtenteils vermieden werden können, gelang es früher, wie aus der Literatur hervorgeht, relativ wenig Autoren, Thallium im Haar nachzuweisen.

Bei der spektrophotometrischen Thalliumbestimmung, wobei Wilson und Hausman ein Beckman DU-2 Spektrophotometer, das mit einem Flammenansatz ausgerüstet ist, verwendeten, muß die Substanz wohl naß verascht werden, aber die empfindlichkeit kleinste Mengen an Thallium damit zu erfassen, ist groß genug. Mit Hilfe dieser Methode, bei der die veraschte gelöste Substanz mit dem Indikator p - Nitrophenol (1 %, 2 Tropfen), mit konzentriertem NH_3 (Gelbfärbung tritt ein) HBr, flüssigem Brom und Octanon - 2 versetzt wird (um Thallium zu extrahieren), stellten Wilson und sein Mitarbeiter nach zweimaliger Durchführung des Versuches einen Thalliumgehalt des Haares von $3,0 \pm 0,5$ Mikrogramm Thallium fest; die untersuchte Haarmenge betrug einmal 663 mg und das zweite Mal 684 mg.

Ohne einen exakten Beweis dafür anzugeben, behauptete 1909 Gadamer in seinem Lehrbuch, daß eine Ablagerung von Thallium u.a. in den Haaren erfolge. Da Gadamer als Nachweisverfahren für Thallium im allgemeinen die Spektralanalyse nennt, ist anzunehmen, daß er mittels dieser Methode zu dieser Behauptung gelangte.

1929 betonte Oliviér die Möglichkeit, daß Thallium sich elektiv in Haut und Haaren von Thalliumvergifteten anhäufen könnte. Auf Grund dieser Wahrscheinlichkeitsaussage von Oliviér schreibt Heyroth: "Das Metall häuft sich in kleinen Mengen in der Haut und im Haar an."

Das sich im Haar anhäufende Thallium kann nach Schenks Auffassung aus dem Haar isoliert werden. Von einer Absonderung kleinerer Mengen von Thallium im Schweiß und in den Haaren berichteten auch Fretwurst und Lochmann. Und Beumer mit Mitarbeiter Krack schließlich glaubt, Thallium in den Haaren monatelang nachweisen zu können.

Egen, der sich auf Beumer et al. in seiner Arbeit be-ruft, folgert daher, daß Thallium während einer Thalli-umintoxikation in das Haar gelangt. Schenk, Beumer und Krack, Fretwurst und Lochmann scheinen dem Zusammenhang in ihren Veröffentlichungen nach, bei dem Nachweis von Thallium im Haar das spektroskopische Verfahren ange-wandt zu haben.

Sicher mittels Spektralanalyse haben 1937 Gerlach und seine Mitarbeiter Rollwagen und Intonti mit Hilfe eines Zeiß Glasspektrographen Gl₁₂ und eines Kupfer-abreißbogens (statt Kohle- wurden Kupferelektroden im elektrischen Bogen, der zur Anregung diente, ge-braucht) die Emissionslinien von Thallium in 3 g Haaren einer vergifteten Frau aufzeichnen können. Statt trocken wurde das Haar dabei zuvor feucht verascht.

Gerlach gelang es, wie Lochte sich erinnert (Widy) am Physikalischen Institut in München die Emissions-linien des Thalliums im Haar eines Vergifteten zu demonstrieren.

Ebenfalls spektralanalytisch, wobei aber spektralreine Kohlen und ein Quarzspektrograph benutzt und als Analy-senlinie die Linie 27667,87Å betrachtet wurde, hat Martius Thallium im Haar einer mit Thallium vergifteten Schwangeren nachgewiesen. Dabei wurde die Substanz feucht aufgeschlossen mit H_2SO_4 und HNO_3 und in gerei-nigten Porzellantiegeln bei 300° verkohlt. Zur Reduktion

von Tl^{+++} in Tl^+ wurde eine Messerspitze Na_2SO_3 und $0,5\text{ cm}^3$ konzentrierte HNO_3 hinzugegeben.

Bei richtiger Vorbereitungsmethode im Sinne Wolfs läßt sich Thallium spektralanalytisch im Haar Thalliumvergifteter nachweisen, da im Verlauf einer Intoxikation der Thalliumgehalt vom ng-Bereich in den gamma-Bereich übergeht. Die untere Nachweisgrenze für Thallium lag so bei den Untersuchungen von Martius bei $0,01$ gamma Thallium in 10 mg des zu untersuchenden Materials. Und Grosfeld et al. fand bei seinen thalliumvergifteten Patienten, meist Kinder, im Haar eine Thalliummenge, die zwischen $1 - 260$ Mikrogramm pro 100 g Haarsubstanz lag. Die Behauptung Bergs: "Auch in den Haaren kann Thallium abgesondert werden", läßt sich also beweisen.

Auch Schürmeyer und Schimmelpfennig haben Thallium spektralanalytisch in den Haaren nachgewiesen; am sichersten glaubt Voigt Metallanalysen im Haar (auch Thallium) mit Hilfe des UV-Spektrographen, den auch Martius benutzte, durchführen zu können, allerdings nur unter Vermeidung aller Verunreinigungen. Nach Voigts Meinung kommt es im Haar zur Ausscheidung von Thallium im Verlauf der Vergiftung.

Truhaut demonstrierte den Thalliumgehalt der Haare im Vergiftungsfall sowohl mittels der spektrographischen Methode, als auch mit Radiothallium, Thallium 204 ; bei Thallium 204 wird die durch den Zerfall freierwerdende Strahlungsenergie gemessen und somit indirekt der Thalliumgehalt in den Organen bestimmt.

Bei den Experimenten verwandte Truhaut Kaninchen und Ratten, da es nach seiner Ansicht unmöglich sei, bei Tieren mit einem geringeren Blutvolumen, als das der Ratte, das Metall Thallium nachzuweisen. Im Verlauf der subakuten Vergiftung zeigte sich, daß Hilfe der spektro-

graphischen Analyse im Haar der Ratten (2 1/2 Monate alt und 680 g schwer) ein Thalliumgehalt von 0,18 mg %. Die ausgerissenen Haare eines 1 kg, 250 g schweren Hasenweibchens wiesen bei der chronischen Vergiftung 4,7 mg % Thallium auf; während man in den ausgerissenen Haaren von chronisch vergifteten Ratten 9 mg %, 1,2 mg % und 16 mg % Thallium, je Versuchsserie, fand. Im Vergleich dazu betrug der Thalliumgehalt der Hypophyse 14,5 mg %, 9,2 mg % und 30 mg % Thallium.

Mit Thallium²⁰⁴ ermittelte Truhaut in den Haaren von Ratten, denen er am 4. Tag 50 Mikrogramm und am 9. Tag 250 Mikrogramm Radiothallium verabreichte und die dann am 22. Tag gestorben waren, 6,5 coups/mm pro mg.

Auf Grund dieser relativ hohen Thalliummengen im Haar seiner Versuchstiere folgert Truhaut, daß die Haare mit zu den Geweben gehören, die am meisten Thallium speichern können.

"Versuche mit radioaktiven Thalliumisotopen", so schreibt Prokop in seinem Lehrbuch für Gerichtliche Medizin, "bestätigen eine Anreicherung desselben in den Haarbälgen." Gleiches stellt Hauschild ebenfalls in einem Lehrbuch fest.

Außer Truhaut haben Thyresson, André et al., Barlay, Peacock und Karnofsky mit der Autoradiographie, mit Thallium²⁰⁴ gezeigt, daß Thallium im Verlaufe einer Intoxikation sich im Haarfollikel (Thyresson) und im Haar selber anreichert. André u.a. injizierte 10 ausgewachsenen weißen Mäusen intraperitoneal 0,1 mg Thallium²⁰⁴. In verschiedenen Zeitabständen nach der Injektion wurden dann diese Tiere anaesthetisiert und mittels Eintauchen in CO₂ - Aceton getötet. Eine anschließende Untersuchung der Mäusehaare durch André et al. ergab, daß sie ziemlich viel Thallium enthielten.

Bei der autographischen Methode, wie sie von André et al. angewandt wurde, verteilt sich zunächst das radioaktive

Thallium²⁰⁴ im Gewebe des Versuchstieres. Dann werden histologische Schnitte der Gewebe angefertigt und eine Zeitlang mit einem photographischen Film in Kontakt gebracht, wobei die ionisierenden Strahlen (Thallium²⁰⁴ ist ein Betastrahler), die von Thallium²⁰⁴ aus dem Gewebe kommen, auf die emulgierten Silberbromidkörnchen einwirken. Nach der Entwicklung des Films wird nach den Anhäufungen von schwarzen Silberkörnern skandiert und die Verteilung von dem radioaktiven Element in den Geweben aus dem Vergleich mit dem Schnitt abgeleitet (Ullberg).

Die Verteilung von Thallium²⁰⁴ in menschlichen Geweben haben wohl als Erste Barlay, Peacock und Karnofsky untersucht. Sie verabreichten einer Frau, mittleren Alters, mit einem osteogenen Sarkom und mit Metastasen in der Lunge 500 Microcurie des aktiven Thalliumisotopes (radioaktives $TlNO_3$ und $TlSO_4$). Zusätzlich gab man der Patientin an jedem 3. Tag 45 mg Thalliumsulfat. Die Patientin starb am 24. Tag nach der oralen Aufnahme des Thalliumisotopes und einer Gesamtmenge von 225 mg Thalliumsulfat.

Bei der Analysierung der Gewebeproben stellten Barlay et al. eine besondere Lokalisierung von Thallium im Kopfhaut fest.

Gewebe	Prozentualer Anteil von Thallium an der durchschnittlichen Körperverteilung pro g.	
<u>Haar</u> ("scalp")	420	Diese Zahlen sind Vergleichszahlen, die die Anreicherung von Thallium in den einzelnen Körperorganen pro Gramm angeben.
Nierenrinde	260	
Herz	236	
Milz	200	
prim. Knochentumor	200	
.....	...	
Kopfhaut	128	
.....	...	
bestrahlte Haut	38	

Auf Grund vorstehender Tabelle, die hier verkürzt wiedergegeben wird, glauben Barley und seine Mitarbeiter, daß bei einem Patienten mit osteogenem Knochensarkom Thallium im Vergiftungsfall sich am meisten in den Kopfhaaren anreichert. Diese "special localisation" von Thallium nehme in der Reihenfolge Kopfhaar, Niere, Herz, prim. Knochentumor, Milz usw. ab.

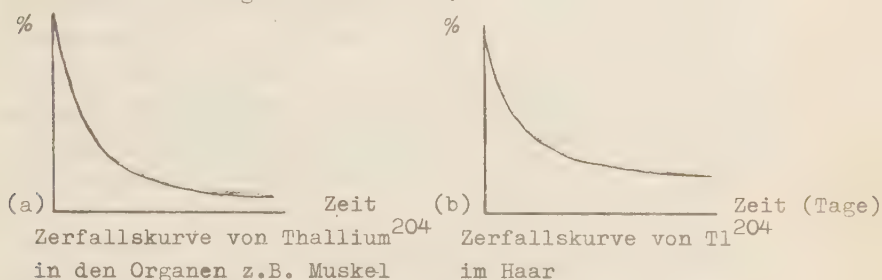
In den Körperhaaren eines Menschen, der sich durch den Genuß eines Huhnes, das Thalliumkörner gefressen hatte, vergiftete, konnte auch Neubauer durch einfache Verbrennungsprobe nach Fresenius (smaragdgrüne Verfärbung der Bunsenbrennerflamme) Thallium nachweisen.

Einwanderungsgeschwindigkeit und Lokalisation.

Wahrscheinlich gelangt Thallium unmittelbar nach der Aufnahme in das Haar. Lie, Thomas und Scott wiesen bereits am 1. Tag mit Hilfe von Thallium²⁰⁴ Thallium im Haar von Ratten nach. Daher folgern sie: "Eine von einem zum anderen Tag auftretende Veränderung im relativen Thalliumgehalt der Organe mit Ausnahme des Haares gibt es nicht; im Haar kommt es zu einem 'actual build-up of Thallium' (= einem tatsächlichen Thalliumaufbau) im Ablauf der Zeit. Von jedem Organ, außer dem Haar, kann gesagt werden, daß es dieselbe biologische Halbwertszeit (3,3 Tage) besitzt, wie die Substanzmenge im ganzen Körper, die einer einzigen Exponentialfunktion folgt,"

Im Haar kommt es ebenso wie bei den anderen Organen nach dem Zerfallsgesetz $c = c_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot t}$ (T = Halbwertszeit, t = Tag der Messung) zu einem Zerfall des radioaktiven Thallium²⁰⁴. Im Gegensatz zu den anderen Organen (a) fällt die Exponentialkurve, die man durch Messung der Strahlungsenergie beim Zerfall von Thallium²⁰⁴ im Haar erhält (b), an den folgenden Tagen nicht so steil ab. Daraus ergibt sich, da die Zerfallsgeschwindigkeit von Thallium²⁰⁴ immer gleich bleibt, daß aus der Umgebung,

aus den Depots (Arnold et al.) des Haares, Thallium, im Experiment von Lie u.a. Thallium²⁰⁴ in das Haar einwandert und angereichert wird.



Lie und seine Mitarbeiter stellten über ihre Versuchsergebnisse folgende verkürzt wiedergegebene Tabelle auf.

Prozentualer Thalliumgehalt in den einzelnen Körperorganen (Gesamtthalliumgehalt im Körper = 100 %)

Organ oder Gewebe	1. Tag	2. Tag	7. Tag	S.E.=Meßfehler
.....				
Speicheldrüsen	0,57	0,59	0,52	0,10
Haar	0,47	0,25	<u>1,56</u>	0,22
Milz	0,41	0,35	0,37	0,12

Aus dieser, wie auch aus der nächstfolgenden Tabelle geht hervor, daß das Thallium in das Haar während einer Vergiftung nicht auf einmal einwandert, sondern daß die Einwanderungsgeschwindigkeit von Thallium in das Haar relativ "langsam" ist, daß der "Thalliumaufbau" im Haar eine gewisse Zeit benötigt.

Organ oder Gewebe	1. Tag	2. Tag	7. Tag	S.E.
Speicheldrüsen	0,95	1,08	0,93	0,16
Milz	0,58	0,51	0,58	0,21
.....				
<u>Haar</u>	0,38	0,12	<u>0,78</u>	0,25

Die Werte der beiden Tabellen geben den durchschnittlichen Prozentsatz des Thalliumgehaltes in den Organen bzw. Geweben wieder, wobei ein Meßfehler mit einkalkuliert wurde.

Auf Grund der Ergebnisse von Lie u.a. erscheint es somit klar zu sein, warum man Thallium über einen langen Zeitraum hinweg im Haar nachweisen kann. So konnte Wender noch am 10. Tag nach der Vergiftung Thallium im Haar nachweisen, während ihm dies im Urin nicht mehr gelang. Grassberger, der ein Strahlungsbrechungsgitter bei seinen Untersuchungen gebrauchte, fand Thalliumspuren bis zu 9 Wochen nach der Vergiftung im Haar. Ähnliches berichten Beumer, Krack, Machata und Grosfeld u.a., die ebenfalls über einen langen Zeitraum hinweg Thallium im Haar nachweisen konnten. "Bei Tieren, die 10 Tage oder mehr nach der Injektion getötet wurden, konnte noch immer eine hohe Konzentration an Thallium im Haar festgestellt werden", betonte André et al. Und Heilmeyer schreibt: "Chemisch quantitativ kann Thallium ... nach einiger Zeit auch in den seit der Vergiftung nachwachsenden Teilen des Haares ... nachgewiesen werden."

Aus einer Tabelle, wie sie Thiers et al. veröffentlichte, erkennt man in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Lie, Thomas und Scott einen Anstieg von Thallium im Haar nach Ablauf größerer Zeitabschnitte.

Fall	Gehalt der Haare am 10. Tag mg/100g	Gehalt der Haare am 16. Tag mg/100g
Latz..	8	24
Djel..	-	164
Pat. behandelt mit E.D.T.A.		
Nec..	6	12
Lat..	27	34
Ben D..	46	-

Weiterhin kann man feststellen, daß auch bei Behandlung der Patienten mit E.D.T.A. der Aufbau von Thallium im Haar im Verlauf der Zeit kaum verändert wird; die Einwanderungsgeschwindigkeit bleibt anscheinend unbeeinflusst.

Der "Thalliumaufbau" in den Haaren scheint von der Art wie Thallium verabreicht wird - ob es oral (o), intravenös (IV), intraperitoneal (IP), intramuskulär (IM), subcutan (SC) oder intratracheal (IT) gegeben wird - abhängig zu sein.

Es hat sich in den Untersuchungen von Thomas und Scott gezeigt, daß bei subcutaner Injektion der relative Thalliumgehalt im Haar am höchsten ist, während bei intravenöser Applikation die Thalliummenge im Haar ein Minimum erreicht.

Thalliumgehalt der Organe - % vom Körpergehalt

Organ oder Gewebe	IV	IP	IM	SC	IT	O	SE
.....							
<u>Haar</u>	<u>0,07</u>	0,54	0,36	<u>0,97</u>	0,25	0,37	0,18
Haut	0,29	0,33	0,33	0,33	0,37	0,37	0,02
Gehirn	0,29	0,33	0,33	0,33	0,37	0,37	0,02

Wie die von Lie et al. aufgestellte Tabelle beweist, besteht beim Haar im Gegensatz zu den anderen Organen und Geweben im Bezug auf den Thalliumgehalt ein Unterschied zwischen intravenöser und subcutaner Verabreichung; bei intravenöser Gabe von Thallium beträgt die Thalliummenge im Haar in diesem Beispiel etwa 0,07 % von der Thallium-Durchschnittsmenge im Körper, während bei subcutaner Thalliumzufuhr der Thalliumgehalt im Haar auf 0,97 % ansteigt.

Da jedoch diese Tabelle die Thalliumverteilung in den Organen oder Geweben nur über einen Zeitraum von 7 Tagen

angibt, kann man aus ihr nicht erkennen, ob durch die Applikationsart nur die Einwanderungsgeschwindigkeit von Thallium in das Haar verringert wird, so daß sich bei intravenöser Thalliumverabreichung die Zeitspanne verlängert, die der "Thalliumaufbau" im Haar benötigt.

Vielleicht steht der Unterschied in der Thalliummenge im Haar bei den verschiedenen Applikationsarten im Zusammenhang mit der Theorie von Lie, Scott und Thomas, nach der Thallium in die intracellulären Flüssigkeiten einverleibt wird.

"Das Thallium tritt an der Stelle der Gefäßversorgung in die unverhornte Haarwurzel ein und steigt in den Flüssigkeitsspalten bis in den Haarschaft, jedoch nur in die wurzelnahen Abschnitte, in denen es spektroanalytisch und als radioaktives Thallium²⁰⁴ nachgewiesen wird", schreibt Rauschke. Nach seiner Ansicht findet die Lokalisation des Thalliums im Haar hauptsächlich in den Haarwurzeln und in den Wachstumszonen des Haares statt; die übrigen Haarteile, so kann man folgern, enthalten nach Rauschkes Ansicht kein Thallium. Ebenfalls nur in den Haarwurzeln gelang es Breton in Zusammenarbeit mit Martin und Hervouet Thallium spektroskopisch nachzuweisen.

Wie Wichitill betont, wird Thallium, gleich dem Arsen vom Blut resorbiert und gelangt mit diesem in die Haarwurzeln. Wichitill verweist dabei auf die Untersuchungen von Ruzicka und Stary, die dieser mit Hilfe der Isotopenverdünnungsanalyse durchführte, wobei sie in den Haarwurzeln Thalliumvergifteter Thallium entdeckten.

Nur mittels der Autographie konnte Widy in den Haarwurzeln Thallium nachweisen. Er glaubt daher, daß das Thallium hauptsächlich auf der Oberfläche des Haares zu finden ist und nicht im Haar selber.

Demgegenüber behauptete Preuß schon 1950, in einzelnen Haarabschnitten, u.a. z.B. in den Haarwurzeln, eines Thalliumvergifteten mittels der Kohlenbogenmethode, ein spektralanalytisches Verfahren, Thallium nachweisen zu können. Die Technik dieses Verfahrens wurde von Preuß folgendermaßen beschrieben:

"In eine 5 mm dicke hochgereinigte Kohle wird ein 2,8 bis 3 mm weites und 10 mm tiefes Loch gebohrt. Diese Kohlen sind nach einem besonderen Verfahren gereinigt und vollständig frei von Verunreinigungen. Die durch das Bohren verunreinigten Kohleelektroden werden vor dem Füllen nochmals mit einem Lichtbogen von 15 Å etwa 10 bis 15 sek. ausgeglüht. In das Bohrloch wird etwa 20 mg des zu untersuchenden organischen Materials z.B. Haare gefüllt. Die Kohle wird als untere Elektrode in ein geeignetes Stativ gespannt, als Gegenelektrode dient ebenfalls eine 5 mm dicke Kohle als Kathode. Die Kohlen werden zur Berührung gebracht. Der Lichtbogen wird durch Auseinanderziehen der Kohlen gezündet und schnell eine Stromstärke von 8 bis 9 Å eingestellt. Die Kohle brennt langsam ab und die Substanz in der Bohrung wird verdampft".

Preuß glaubt, daß bei der guten Technik des Verfahrens bereits ein Haar genüge, um die Thalliumlokalisation in den einzelnen Abschnitten beweisen zu können.

Um die Diagnose einer Thalliumvergiftung bei einem Kind zu sichern, schickte Stein "hair cuttings" (Haarabschnitte) in ein chemisches Labor ein. Nach einer Woche erhielt er den Befund, daß die "Haarabschnitte" 318 Mikrogramm % Thallium einhalten würden.

Mit Ausnahme der Haarwurzel, die abgeschnitten wurde, untersuchten Specht und Rohner Brust und Schamhaare eines mit Thallium chronisch vergifteten Menschen.

Dabei gelang es ihnen, mittels der Spektralanalyse und durch die Neutronenaktivierungsanalyse nachzuweisen, daß das Haar auf seiner ganzen Länge Thallium gespeichert hatte. Bei einer Meßdauer von etwa 33 Stunden erhielt man folgende Absolutmengen, wobei man einen Fehler ("Standartabweichung") von etwa 20 % in Betracht ziehen muß:

Brusthaare: 0,05 Gamma Tl auf 3,3 mg Haar

Schamhaare: 0,09 Gamma Tl auf 51,8 mg Haar.

Bei der Auswertung ergab sich, daß mit der Aktivierungsanalyse etwas weniger Thallium gefunden wurde als auf dem Weg der Spektralanalyse.

Probe	Spektrograph	Aktivierungs- analyse	Unterschiede (Faktor)
Brusthaare	$0,67 \times 10^{-2} \%$	$0,15 \times 10^{-2} \%$	etwa 4
Schamhaare	$0,4 \times 10^{-2} \%$	$0,17 \times 10^{-2} \%$	etwa 2

Specht und Ronner glauben, daß sich die Empfindlichkeit und Genauigkeit des Thalliumnachweises im Haar durch die Neutronenaktivierungsanalyse steigern läßt, "wenn man die Bestrahlungsdauer der Objekte erhöht, eine Thallium-Vergleichsprobe zwecks Eliminierung von Flußschwankung mit aktiviert und mit einem Antikoincidenz Zählrohr arbeitet, da des geringen Nulleffektes dieses Zählrohres wegen eine beträchtliche Empfindlichkeitssteigerung erzielbar ist." Dann werde man nicht nur in einem Haar den Thalliumgehalt feststellen können, sondern auch durch Zerschneidung derselben in einzelne Stücke, die Verteilung der Aktivität über die Haarlängen feststellen, was für die Beurteilung der chronischen Thalliumvergiftung im Hinblick auf die Problematik der Thalliumeinwanderung und die Ermittlung der Deponierungsbereitschaft in den Haaren sehr aufschlußreich sein dürfte.

V. Zusammenfassung

1. Thallium kommt im Meerwasser, in der Erdkruste (Gmelin) und in der Luft in ganz geringen Konzentrationen vor. Für die Bestimmung von Thallium in der Luft wurde von Champbell, Milligan und Lindsey ein Verfahren ausgearbeitet, auf das hier jedoch nicht weiter eingegangen werden kann.

Auch die Pflanzen, vor allen die Zichorienwurzel und der Tabak (Perutz) enthalten Thallium, so daß auch unsere tägliche Nahrung, die ja zum Teil mit aus Pflanzen besteht, wie Geilmann et al. feststellen, dieses "akzidentelle Spurenelement" (Bersin) aufweist.

2. In seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften besitzt Thallium eine "Doppelnatur" (Fresenius). Es bildet zwei Reihen von Verbindungen: die einwertigen Thallo- und die dreiwertigen Thallverbindungen, wobei vor allem die einwertigen Thalloverbindungen sich durch eine hochgradige Giftigkeit für den gesamten Organismus auszeichnen.

Je nach dem Gehalt in den Organen - die Thalliumkonzentration kann von 0,5 bis 10 mg pro 100 g Gewebe wechseln (Gettler und Weiß) - kommt es zu den verschiedenen Symptomen einer Thalliumvergiftung. Die degenerativen Veränderungen in den einzelnen Organen lassen sich durch eine direkte Thalliumeinwirkung erklären.

3. Wie Geilmann et al. durch das von R. Neeb ausgearbeitete Verfahren der Voltametrie ermittelte, ist Thallium als Spurenelement des Haares anzusehen. Im Durchschnitt befindet sich in je 1 g Haarsubstanz eines Menschen 16 ng Thallium. Bei dem Tierhaar ergibt sich als Mittelwert etwa 27 ng Thallium pro 1 g Haarsubstanz, wobei sich der Thalliumgehalt des Kalbhaares mit 130 ng in den Versuchen am höchsten erwies.

Weinig und Zink stellten bei ihren Untersuchungen auf massenspektrographischem Wege einen physiologischen Thalliumgehalt des menschlichen Haares zwischen 4,8 und 15,8 ng Thallium pro Gramm Gewebefeuchtigkeit fest - Tl findet sich

über die ganze Haarlänge verteilt. Bei der Überprüfung der Kopfhaare einer 73jährigen Frau, die an Herzversagen gestorben war, zeigte sich der Thalliumgehalt im wurzelnahen Haarabschnitt etwas höher (9,69 ng/g) als im wurzelfernen Haarabschnitt (7,71 ng/g).

4. Der durch Thallium verursachte Haarausfall, ein äußerst typisches Symptom einer Thalliumintoxikation, erfolgt in der Regel zwischen dem 10. und 14. Tag (Moeschlin). Er tritt ein, wenn der Organismus etwa 0,08 g Thallium/kg Körpergewicht (Cooper) aufnimmt und erfaßt in erster Linie das Kopfhaar, wobei die diffuse Alopecie in eine Alopecia totalis schließlich einmündet (L. Müller, Cau, Matthys).

In seiner Ausdehnung hängt der Haarausfall von der Dosierung des Giftes (Bihler), vom Alter (Buschke) und vom Ernährungszustand des Betroffenen ab. Bei der Umwandlung der diffusen Alopecie in die totale Alopecie kann eine gleichzeitige Besserung im allgemeinen Zustand des Patienten eintreten (Breton, Martin, Hervouet).

Das "Diffuse" des durch Thallium bewirkten Haarausfalls kommt durch die verschiedenartige Zusammensetzung des Haarkleides (Papillen- und Kolbenhaare) zustande; der unterschiedliche Haarausfall der einzelnen Körperregionen hängt darüberhinaus vom Haartyp, vom Woll-, Borsten- und Langhaar (Hirsch) ab. Innerhalb des einzelnen Haartyps besteht, da die Haare verschieden schnell wachsen, ein Zusammenhang des Haarausfalls zu der Haarlänge (Königbauer).

Thallium verursacht eine Anagenalopecie. Das Anagen/Telogenverhältnis, die Relation zwischen wachsenden und ruhenden Haarfollikeln wird durch Tl-einwirkung verändert; ein großer %satz der durch Tl weniger geschädigten Haare wird in ein Telogenstadium versetzt.

5. Obwohl bei der Thalliumintoxikation sehr oft der mediale Augenbrauenanteil erhalten bleibt, spielen die Innervation, endokrine Beziehungen (Buschke) oder allein der Sympaticus (Levin) beim Haarausfall keine entscheidende Rolle.

Nach Rauschke besteht jedoch die Frage, ob sich die sympathisch innervierten Haare nicht durch einen höheren Stoffwechsel auszeichnen und daher der Schädigung durch Tl in höherem Maße ausgesetzt sind.

Thallium wirkt in erster Linie auf die SH-Gruppen der Haut und des Haares (Bersin), auf die Aminosäuren Cystin bzw. Cystein ein (Jarosch, Rauschke), wobei die Keratinisation des Haares im Sinne einer Überkeratinisation (Grosfeld und Caremans) gestört wird und die Fermente und Vitamine im Haar, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit durch Bildung mit Thallium unlöslicher Verbindungen (Mantey, André) blockiert werden. Vor allem das Laktoflavin (Vit. B₂), ein Koenzym Bestandteil der gelben Atmungs-Fermente wird durch Thallium betroffen.

Laktoflavin findet sich aber auch gehäuft in den extrapyramidalen Kernen, Striatum, Nucleus ruber und Substantia nigra (Kanig). Eine Veränderung der sympathischen Kerne im Zwischenhirn, wie sie Cortella bei der Thalliumintoxikation gefunden hat, könnte daher erst sekundär infolge der Laktoflavinblockierung durch Thallium entstanden sein.

6. Zahlreiche Veränderungen, wie sie am Follikel und am ganzen Haar mehr oder weniger stark bei einer Thalliumvergiftung in Erscheinung treten, sprechen für eine direkte Einwirkung, für eine Anhäufung von Thallium im Haar. Von den Veränderungen des Haares sind die von Widy erstmals beschriebenen Pigmentansammlungen, die durch "katalytisch" wirkende minimalste Thalliumspuren (Widy) entstehen, für die Diagnose einer Thalliumvergiftung besonders wichtig. Dabei soll eine allmähliche Rötlichfärbung der Haare auftreten (Teleky, Sroka).
7. Die Pigmentansammlungen stellen weder Melanin (Widy) noch Luft einschüsse (Ludwig, E.) dar, sondern eine Thalliumverbindung.

Der erste sichere Beweis für eine Absonderung von Thallium im Haar im Vergiftungsfall wurde von Gerlach, Rollwagen und Intonti erbracht. Vor Gerlach et al. findet man in der Literatur nur die Behauptung ohne exakten Beweis, daß das Thallium im Haar Vergifteter zu finden sei. In den letzten

10 Jahren hat man mittels radioaktivem Thallium²⁰⁴ jedoch sicher erkannt, daß Thallium in das Haar im Verlauf einer Thalliumintoxikation gelangt (André et al.).

Barlay und Karnofsky glauben auf Grund ihrer Versuche mit Thallium²⁰⁴ an einem Menschen, daß bei einem Patienten mit osteogenen Sarkom eine vorzugsweise Speicherung von Thallium in den Kopfharen eintrete.

8. Im Haar eines chronisch Thalliumvergifteten läßt sich Thallium auf der ganzen Länge des Haares nachweisen (Specht und Rohner); eine Ablagerung von Thallium findet im ganzen Haar, vor allem aber in der germinativen Zone des Haares (Truhaut et al.), statt.

Auf Grund der Einwanderungsweise dürfte aber Thallium zunächst im relativ größeren Maße in der Haarwurzel lokalisiert sein. Nach der Auffassung von Ishizawa und Morikawa besteht eine besondere Beziehung von Thallium zur Haarwurzel; in der Haarwurzel ist Thallium nach der vorliegenden Literatur öfter nur nachgewiesen worden (z.B. Rauschke).

9. Nach den Untersuchungen von Lie, Thomas und Scott kommt es im Haar zu einem allmählichen "tatsächlichen Thalliumaufbau", der sich auf eine längere Zeit hin erstreckt.

Thallium wandert im Vergiftungsfall nicht auf einmal, sondern ständig in das Haar ein; die Einwanderungsgeschwindigkeit ist daher relativ langsam. Der Thalliumnachweis im Haar ist daher über eine längere Zeit hin möglich.

10. Zwischen der Einwanderungsgeschwindigkeit von Thallium in das Haar und der Art der Thalliumaufnahme in den Organismus (oral, intravenös, intraperitoneal, intramuskulär, subcutan, intratracheal) scheint ein Zusammenhang zu bestehen. Es hat sich nämlich in den Experimenten von Lie et al. gezeigt, daß bei intravenöser Applikation, die

Thalliummenge im Haar am geringsten und bei subcutaner Applikation die Thalliummenge im Haar am größten ist. Ob bei den verschiedenen Aufnahmearten die Einwanderung bzw. die Einwanderungsgeschwindigkeit in das Haar verändert wird und ob eine Beziehung zu der Ansicht von Lie et al. besteht, nach der Thallium in die intracelluläre Flüssigkeit einverleibt wird, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden. Bei subcutaner Injektion im Haargebiet erscheint es, da ja Thallium sofort am Haarfollikel in der Haut wirken und weiter in das Haar einwandern kann, verständlich, daß der Thalliumgehalt in den ersten sieben Tagen im Haar höher sein kann, als bei intravenöser Verabreichung; Thallium wird - wie die meisten Schwermetallgifte - auch direkt durch die Haut absorbiert.

VI. Literaturverzeichnis

1. Allsop, I.: Thallium Poisoning.
Australian Annals Medicine 2, 144 (1953)
2. Amler, G. u.
Meier-Ewert, K.: Zum Problem der Thalliumpsychose.
Archiv für Psychiatrie u. Z.f.d.g. Neurologie 196, 349 - 355 (1957)
3. André:
Thalliumintoxikation.
Therapie der Gegenwart 28, 289 (1959)
4. André, T.,
Ullberg, S.u.
Winquist, G.: The Accumulation and Retention of
Thallium in Tissues of the Mouse.
Acta pharmacol. et toxicol. 16, 229
bis 234 (1960)
5. Aramaki, Y.: Experimental Study of Alopecia.
Jap. Journal of Dermatology (1923) -
Ref. Zent. Haut 10, 436 (1924)
6. Arnold, W.,
Herzberg, J.J.,
Ludwig, E. u.
Sturde, H.: Die Dynamik des Haarausfalls bei Thal-
liumvergiftung. Eine Korrelation klin.
hist. und toxikol. Befunde.
Arch. für klin. Derm. 218, 396-414 (1964)
7. von Babo:
Zit. nach Rienacker (s.d.)
8. Barlay, R.,
Peacock, W. u.
Karnofsky, D.: Distribution and excretion of radio-
active thallium in the chick, embryo,
rat and man.
J. Pharmacol.Exp.Therap. 107, 178 - 187
(1953)
9. Baumann, E.: Experimentelle Thalliumeffekte an Rat-
ten und Mäusen. (Ein Beitrag zur karyo-
klastischen Giftwirkung.)
Acta Radiol. (Stockh.) 11, 425-443 (1930)
10. Becker, E.: Thalliumvergiftung.
Med. Klinik 52, 1722 - 1725 (1952)

11. Berg, S.: Gerichtl. Medizin, S. 176
München: R. Müller & Steinicke (1964)
12. Bernhardt, R.: Experimentelles zur Thalliumkahlheit.
Przegl. Dermat. 18, 23 (1923) -
Ref. Zent. Haut 14, 42 (1928)
13. Bersin, Th.: Biochemie der Mineral- u. Spurenelemente.
S. 383 - 385
Frankfurt/Main: Akad. Verlagsges. (1963)
14. Bettmann: Über experimentelle Alopecie.
Arch. f. Dermat. u. Syphil. 60, 343 (1901)
15. Beumer, H. u. Krack, N.J.: Zur Frage der Feerschen Krankheit
(Akrodynie) bei Erwachsenen.
Med. Klinik 37b, 1247 - 1250 (1941)
16. Bianco, O.: Das Haar und seine Krankheiten, S. 194
Köln: Roßverlag (1954)
17. Bihler, R.: Thallium-Vergiftungen (Selbstmordversuche mit Zeliopräparaten).
Fühner-Wielands Slg. v. Verg. Fällen,
A 215, S. 93 - 98 (1932)
18. Bing, R.: Lehrbuch der Nervenkrankheiten, S. 68
Basel (1942)
19. Bingel, A.: Ein Fall von rezitivierender Polyneuritis unbekannter Aetiologie mit rezitivierender Alopecie.
Dtsch. Ztschr. f. Nervenheilkunde 121,
47 - 50 (1931)
20. Blatt, O.: Über Thallium und einem einfachen Nachweis desselben im Harn.
Erlangen, Diss. (1951)
21. Boeckmann: Thallium-Vergiftung.
Münchener med. Wschr. 76a, 129 (1929)
22. Böhme, D.: Über wiederholte Thalliumvergiftungen.
Leipzig, Diss. (1941)
23. Böhmig, L.: Thallium-Vergiftung.
Münchener med. Wschr. 76b, 2174-2175 (1929)

24. Böhringer, H.R.: Opticusschädigungen durch Thalliumvergiftung.
Praxis (Bern) 41, 1092 - 1094 (1952)
25. Böttger: Zit. nach Cooper (s.d.)
26. Bohnenkamp, H.: Die Thalliumvergiftung.
N.Dtsch.Klinik 14, 471-486 (1937)
27. Bonani u. Mahlo: Arch. Farmacol.sper. 3, 97 -
zit. nach Osten (s.d.)
28. Brennecke, H.: Über 2 Fälle von Thalliumvergiftung.
Med.Klinik 31 b, 1494 - 1495 (1935)
29. Breton, R., Martin, L. u. Hervouet, L.: Double intoxication par le chlororure de thallium.
Annales De Méd.Lég. Et De Crim. 38, 269 - 282 (1958)
30. Brumm, G.: Beitrag zur Klinik der Thalliumvergiftung.
Münchener med. Wschr. 85b, 1024-1027 (1938)
31. Bücheleres, G.: Zur Thalliumvergiftung im Kindesalter.
Kinderärztl. Praxis 20, 352-355 (1952)
32. Bumke, O.u. Krapf, E.: Vergiftungen durch anorganische und organische, sowie durch pflanzliche, tierische und bakt. Gifte, c. Thalliumvergiftung.
Bumke, O. u. O. Foerster: Handbuch der Neurologie, Band XII, 713 - 716
Berlin (1936)
33. Bunnemann, G.: Thalliumvergiftung.
Göttingen, Diss. (1938)
34. Buschke, A.: Experimenteller Beitrag zur Kenntnis der Alopecie.
Berl.klin.Wschr. 37, 1235-1236 (1900)
35. Buschke, A.: Klinische und experimentelle Beobachtung über Alopecia (Hypotrichosis) congenita.
Arch.f.Dermatol.u.Syph. 108, 27-40 (1911)

36. Buschke, A.: Zur Fraze der experimentellen Thalliumalopecie.
Arch.f.dermatol.u.Syph. 116, 477 - 479 (1913)
37. Buschke, A.: Thallium.
Deutsche med. Wschr. 55, 1546-1547 (1929)
38. Buschke, A.: Thalliumepilation bei Pilzerkrankungen.
(Bemerkungen zu Fisch.-Köln).
Dermat.Wschr. 103, 964 - 965 (1936)
39. Buschke, A.,
Christeller, E. u.
Loewenstein, L.: Schädelknochenveränderungen bei experimenteller chronischer Thalliumvergiftung.
Klin.Wschr. 6, 1088 - 1089 (1927)
40. Buschke, A. u.
Jacobsohn, F.: Untersuchungen über Thalliumwirkung.
Deutsche med. Wschr. 48, 859-860 (1922)
41. Buschke, A.,
Klopstock, E. u.
Peiser, P.: Biologisch-chemische Untersuchungen bei experimenteller Rattenrachitis.
Med. Klinik 20. 345 - 347 (1924)
42. Buschke, A.,
Langer, E. u.
Peiser, P.: Die Epilation bei Haarpilzerkrankungen mittels Thalliumacetat und ihre experimentelle Begründung.
Dermat.Wschr. 83, 971 - 980 (1926)
43. Buschke, A. u.
Peiser, B.: Die Wirkung des Thalliums auf das endokrine System.
Klin.Wschr. 1a, 995 (1922)
44. Buschke, A. u.
Peiser, B.: Über die endokrine Wirkung und die praktische Bewertung des Thalliums.
Dermat.Wschr. 74, 443 - 445 (1922)
45. Buschke, A. u.
Peiser, B.: Thalliumalopecie und Sinneshaare.
Beitrag zur Frage des Wirkungsmechanismus des Thalliums.
Klin.Wschr. 5a, 977 - 979 (1926)
46. Buschke, A. u.
Peiser, B.: Die biolog. Wirkung und die praktische Bedeutung des Thalliums.
Dtsch. Zeitschr.f.ges.med. 19, Referatenteil S. 92 - 94 (1932)

47. Buschke, A. u. Peiser, B.: Biologische und klin. Ausblicke der neueren Thallium-Forschung mit bes. Beziehung zu den Haarpilzkrankheiten. Mycopathologica 2, 204 - 211 (1939/40)
 48. Buschke, A. u. v.Vasarhelyi, J.: Experimentelle Untersuchungen über die Hautveränderung bei externer und interner chron. Thalliumvergiftung. Dermat.Z. 63, 37 - 40 (1932)
 49. Butcher, E.O.: Restitutive Growth in the hair of the rat. Annals of N.Y. Acad.of Sciences, 83, 369 (1959/60)
 50. Butcher, E.O.: The effects of thallium and hair growth in the rat. Journal of the society of Cos.Chem. 15, 129 - 136 (1964)
 51. Cau, Gabriel: Deux observations cliniques d'intoxication au Thallium. Annales De Méd.Lég. Et De Crim. 38, 282 - 285 (1958)
 52. Champell, E.E., Milligan, M.F. u. Lindsey, J.A.: The determination of thallium in urine and air. Amerc.Industr.Hyg.Ass.Journal S. 23-25 (1959)
 53. Chang, H.C.: On the site of action of thallium. Chin. J.Physiol. 5, 79 - 82 (1931)
 54. Cicero, R.: Tratamiento de la Tineas par el acetato de talio. Rev.med. Publa Nr. 8 (1919), - zit. nach Peter (s.d.).
 55. Combemale, V.: L'acétate de thallium contre les sueurs nocturnes des phthisiques. Bull. Acad. Med. (Paris) 29, 192 (1898)
- Chobot-Maciejewska Thallium poisoning diag. by hair exam.
Dembinska-Widy L. : Pol. Tyg. Lek. 19, 264-66 (1964)
Zagajewski W.

56. Cooper, Z.K. u.
Engmann, M.T.: A study of the stimulating effect of small doses of thallium acetate on the rate of growth of hair in the albino rat. Arch.Dermat.Syph. 23, 1031 - 1040 (1931)
57. Cortella, E.: Nuovo ricerche sulle alterazioni del sistema nervoso centrale nella intossicazione da acetato di tallio. III. Le alterazione delle fibre del encefalo, delle fibre e delle cellule de midollo spinale. Giorn. Ital.Dermat. 71, 1661 - 1672 (1930)
58. Crookes, W.: On the existence of a new element, probably of the sulphur group. Chem. News 3, 193 - 195 (1861)
59. Dal Collo, P.G.: Sull' azione biologica de tallio. Sperimentale 78, 519 - 526 (1924) - Ref.Zent.Haut 16, 342 (1924)
60. Deniges: zit. nach Fresenius (s.d.)
61. Deutsch, J.: Ein Fall von akuter Thalliumvergiftung mit Zelio-Rattengiftkörnern. Klin.Wschr. 8b, 2052 - 2055 (1929)
62. Deutsch, J.: Thalliumvergiftung durch Zeliorattengiftkörner. Fühner-Wielands Slg.v.Vergiftungsfallen, A 68, S. 149 (1930)
63. Divella: Della proprietà epilatoice dell' acetato tallico. Giorn.ital.Dermat. 67, (1926 - zit. nach Perutz (s.d.)
64. Dixon, W.E.: Thallium. Proc. Roy.Soc.Med. 20, 1197 - 1200 (1927)
65. Dönhardt, H.: Thallium (Tl). Dennig H.: Lehrbuch der inneren Medizin 2. Band, S. 819 - 820 Stuttgart: G. Thieme (1964)

66. Dudits, A.: Über Thalliumvergiftung.
Magy.orv.Arch. 32, 249 - 266 (1931/32) -
Ref. Dtsch.Z.f.ger.Med. 18, 190 (1932)
67. Dwayne, R. u.
Crowely, J.et al.: Thallototoxicosis - acute Manifestations
and Sequelae.
The Journal of Am.Med.Ass. 183, 516 - 522
(1963)
68. Eberhartinger, C.: Die diagnost. Bedeutung von Haarverän-
derungen bei Thalliumvergiftung.
Wien.med.Wschr. 112, 329 - 330 (1962)
69. Egen, B.: Gewerbliche Thalliumvergiftung.
Zentralblatt für Arbeitsmed. u.Arbeits-
schutz 5, 1441 - 1444 (1954)
70. Emara, M. u.
Soliman, M.A.: Distribution of ingested Tl in the
tissues of animals.
J. Roy.Egypt.Med.Ass. 33, 1 - 15 (1950)
71. Esser:
Klin.-anatomische und spektrographische
Untersuchungen des ZNS bei akuten Me-
tallvergiftungen unter bes. Berücksich-
tigung ihrer Bedeutung für ger. Medizin
und Gewerbepathologie.
c) Thallium.
Dtsch.Zeitschr.f.d.ges.ger.Med. 25,
264 - 277 (1935)
72. Fanton, E.: Recherche sperimentali con l'acetato
di tallio sui conigli.
Clin.Pediatr. 9, 483 - 509 (1927)
73. Fiocco, G.B.: Tallio ed alopecia areata.
Ref. Zbl.Haut-Krkh. 18, 790 (1926)
74. Fischer, H.: Zur Thalliumepilation.
Zbl.f.H.u.Geschl.Krkh. 38, 727 (1931)
75. Fischer, H.: Thalliumepilation bei Pilzerkrankungen.
Dermat.Wschr. 103, 1457 - 1462 (1937)
76. Freeman, T.: Treatment of Scalp Ringworm.
Brit.Med.Journal Ia, 214 (1932)

77. Fretwurst, F. u. Lochmann, F.W.: Akute Thalliumvergiftung.
Arch.Tox. 15, 327 (1954/55)
78. Fridli, R.: Über die jodometr.Bestimmung des Thalliums auch in Gegenwart von Ferrieisen.
Seine Bestimmung in Leichenteilen.
Dtsch.Z.f.d.ges.ger.Med. 15 478-488 (1930)
79. Fridli, R.: Eine Thalliumvergiftung.
Dtsch.Z.f.d.ges.ger.Med. 21, 461-462 (1933)
80. Fuss, W.: Haarausfall bei Vergiftung mit Thallium.
Köln, Diss. (1940)
81. Gadamer, J.: Thallium -
Lehrbuch der chem. Toxikologie und Anleitung zur Ausmittelung der Gifte.
S. 259 - 260
Göttingen: Vandenhoeck u.Ruprecht (1909)
82. Geilmann, W., Beyermann, K., Neeb, K.H. u. Neeb, R.: Thallium ein regelmäßig vorhandenes Spurenelement im tierischen und pflanzlichen Organismus.
Biochem.Zeitung 333, 62 - 70 (1960)
83. Gerauer, A.: Zur Klinik und Therapie der Thallium-intoxikation.
Arch. Toxikol. 15, 171 - 177 (1955)
84. v. Gerlach, W., Rollwagen, W. u. Intonti, R.: Fortschritte in der spektralanalytischen Untersuchungstechnik med. Präparate.
Virch.Arch.f.path.Anat.u. Phys.u.f.Klin.Med. 301, 588 - 601 (1938)
85. Gettler, A.O. u. Weiss, L.: Thallium poisoning. I. The detection of thallium in biological material.
Amer.J.Klin.Pathol. 13, 322 - 326 (1943)
86. Gettler, A.O. u. Weiss, L.: Thallium poisoning. III. Clinical toxicology of thallium.
Amer.J.Clin.Pathol. 13, 422 - 429 (1943)
87. Giovanni, S.: Zwei Fälle von Alopecie nach dem Gebrauch von Thallium acetat.
Dermat.Ann. 6, 695 (1899) - zit. in Arch.f.Dermat. 114, 633 (1913)

88. Gmelin, L.: Gallium - Indium - Thallium.
Handbuch der anorg.Chemie Nr. 38, Lieferung 1, S. 12, Berlin: Springer (1939)
89. Görl, P.: Thalliumvergiftung.
Münch.med.Wschr. 78a, 84 (1931)
90. Goffart, M.: Réaction Des Vésicants, Oxydants Et Jons
Métalliques Avec Les Radicaux - SH De
La Peau.
Arch.int.pharm. 74, Nr. 1 S. 9 - 30 (1947)
91. Goodman, H.: Thallium Acetate Its Toxicity And Depilatory Action
N.Y. State J.M. 32, 1307 - 1313 (1932)
92. Goroncy u.
Berg, R.: Vergiftung durch Thallium.
Dtsch.Ztschr.f.d.ges.ger.Med. 20,
215 - 236 (1933)
93. Greving, R. u.
Gagel, O.: Polyneuritis nach akuter Thalliumvergiftung.
Klin.Wschr. 7b, 1323 - 1325 (1928)
94. Grosfeld, J.C.M.u.
Caremans, A.F.P.: Thalliumvergiftiging.
Ned.T.Geneesk. 106, II 28, 1432 - 1436
(1962)
95. Gross, P.,
Runne, E. u.
Wilson, J.: Studies on the effect of thallium
poisoning of the rat. The influence of
Cystine andMethionine on alopecia and
survival periods.
The Journal of invest. Dermat. 10,
119 - 134 (1948)
96. Grossmann, H.: Thallotoxicosis, case and review.
Pediatrics 16, 868 - 872 (1955)
97. Grübel, W.: Selbstmord- und Giftmordversuch mit
Rattengift.
Dtsch.med.Wschr. 64b, 1111 - 1113 (1938)
98. Haase, W.: Kasuistischer Beitrag zur Symptomatologie
der Thalliumvergiftung.
Ärztl. Wschr. 7, Heft 8 S. 185 (1952)

99. Halter, K.: Einfluß kleinster Thalliumdosen auf die Haarregeneration bei Alopecia areata. Dermat. Wschr. 114, 29 - 30 (1942)
100. Hampel: Über Thalliumvergiftung - Vortrag Gesellschaft. Neurol. u. Psychiatr., Groß-Hamburg, Sitzung 28.11.1931
Autoreferat in Zbl.f.d.ges.Neurol. u. Psychiatr. 63, 238 (1932)
101. Hansen, H. u. Gifte und Vergiftungen.
Gronemeyer, W.: Dennig: Lehrbuch der inneren Medizin Stuttgart: Thieme (1950)
102. Hartl., K.: Über Thalliumvergiftung.
Ztschr.f.inn.Med. 5, 51 - 53 (1950)
103. Hauschild, F.: Thallium.
Pharmakologie und Grundlagen der Toxikologie, S. 334 - 335
Leipzig: VEB Thieme (1958)
104. Hausman, R. u. Thallotoxycosis.
Wilson, W.J.: J.Forensic Science 9 (1), 72 - 88 (1964)
105. Hecht, H.: Thallium.
Fresenius, R. u. Jander G.: Handbuch der analyt. Chemie, Band III, Elemente der 3. Gruppe - II. Qualitat.Nachweisverf. S. 71 - 101
Berlin: Springer (1947)
106. Hecke, F.: Die Thalliumvergiftung, ihre hist. Veränderungen bei Ratten.
Arch.f.path.Anatomie 269, 28 - 44 (1928)
107. Hegglin: Differentialdiagnose innerer Krankheiten S. 510
Stuttgart: Georg Thieme (1963)
108. Heilmeyer, L.: Lehrbuch der inneren Medizin, S. 1205 - 1206
Berlin: Springer (1961)

109. Heimann, M.: Zur Symptomatologie und Therapie der Thalliumvergiftung.
Med. Klinik 32b, 1462 - 1465 (1936)
110. Heinecker, R.,
Rey, W. u.
Kaemmerer, E.: Beitrag zur Klinik der akuten Thalliumvergiftung.
Die Medizinische 2, 1814 - 1825 (1958)
111. Heller, J.: Veränderungen des Haarkleides. Alopecie.
Die vergleichende Pathologie der Haut
S. 513 (1910)
112. Heller, J.: Exper. Alopecia areata der Maus infolge von Vergiftung mit Thalliumacetat.
Die vergl. Path.d.Haut S. 537 - 539 (1910)
113. Herzberg, J.J.: Les Alterations histopathologiques dans un cas d'intoxication au Thallium.
Bull.soc.franc.Derm.Syph. (Paris) 70,
213 - 214 (1964)
114. Hertoghe, E.: Die Rolle der Schilddrüsen bei Stillstand und Hemmung des Wachstums.
München (1900) - zit. nach Heimann (s.d.)
115. Hesse, E.: Thallium, Indium, Gallium.
Hefters Handbuch der experimentellen Pharmakologie, 3. Band, 3. Teil, S. 137
Berlin: Springer (1934)
116. Heyroth, F.: Thallium a review and summary of medical literature.
Supplement Nr. 197 to Public Health Reports S. 1 - 23 (1945)
117. Hildebrand: Die Untersuchung von Haaren.
Lochte Th.: Gerichtsärztl. und polizeiärztl. Technik S. 215 ff.
Wiesbaden: J.F. Bergmann (1914) - zit. nach Rauschke (s.d.)
118. Hirsch, F.: Das Haar des Menschen in Gesundheit und Krankheit unter spez. Berücksichtigung der Keratinchemie.
Ulm: Karl F. Haug-Verlag (1956)

119. Hirschmann, H.: Ein Fall von Thalliumvergiftung.
Ärztl. Wschr. 1, 2, 982 - 983 (1946/47)
120. Hirth, L.: Enzymschaden bei Schwermetallvergiftung.
Münch.med.Wschr. 106, 985 - 988 (1964)
121. Holló, z.M. u. Slaterow, S.: Effect of X rays and thallium of the
calcium phosphate layer in the surface
of hair bulbs. Calcium layers in the
skin.
Acta Medica 5, 241 - 244 (1954)
122. Holló, z.M. u. Slatarow, S.: The prevention of thallium death by
sodium selenate.
Die Naturwissenschaften 47, 87 - 88 (1960)
123. Holló, z.M. u. Zlatarow, S.: Die Wirkung der Röntgenbestrahlung und
des Thalliums auf die Katalaseaktivität
der Haarkleidung und des Epithels.
Arch.Geschwulstf. 7, 126 - 130 (1954)
124. Hollunger, G.: The Effect of Trivalent Thallium on
Oxidative Phosphorylation
Acta pharmacol.et toxicol. 16, 347 - 356
(1960)
125. Hooft, C.: Onderzoek over de werking von Thallium-
acetat op de huid.
Vlaamsk Geneesk. Tijdschrift 49 (1933)
zit. nach Matthys (s.d.)
126. Huchard, H.M.: Sur un mémoire de M.le Docteur Combe-
male, Professeur de Clinique medicale
à la Faculté de Lille, relatif à
l'acétate de thallium contre les sueurs
nocturnales des phtisiques.
Bull. Acad.med. (Paris) 39, 572 - 573
(1898)
127. Imsenezki: Zit. nach Hesse (s.d.)
128. Jacquet: Zit. nach Perutz (s.d.)
129. Jarosch, K. u. Stitz, F.: Probleme der Thalliumvergiftung.
Verh.Dtsch.Ges.f.ger.u.soz.Med.,
Zürich (1958)
Autoref.Dtsch.Zschr.f.d.ges.ger.Med.
49, 182 (1959)

130. Jeanselme, E.: Sur le mécanisme de l'alopecie produite par l'acétate de thallium.
Ann.Dermat.Syphil. 2, 999 - 1002 (1898)
131. Kanig, K.: Vitamin B-Mangel verursacht Nervensymptome.
Selecta 2, Nr. 13, S. 494 (1965)
132. Kaps, L.: Kriminelle tödliche subakute Thalliumvergiftung.
Wiener Klin.Wschr. 40, 967 - 970 (1927)
133. Kaufhold, A.: Thallium-Intoxikation als ökonomische Vergiftung im Kindesalter.
Med.Monatsschr. 1, 219 - 222 (1947)
134. Kempen, F.: Über die forensische Verwertbarkeit der klinischen Erscheinungen bei der Thalliumvergiftung.
Bonn, Diss. (1949)
135. Kerber, A.: Beiträge zur Pharmakologie des Thalliums.
Würzburg, Diss. (1936)
136. Kleinmann, H.: Klin. Erfahrung mit Thalliumacetat bei Haarpilzerkrankungen.
Dermat. Wschr. 84, 493 - 496 (1927)
137. Kobert: Lehrbuch der Intoxikationen, S. 381 - 382
Stuttgart: F. Enke 1906
138. Kölzsch, W.: Die Thalliumvergiftung mit besonderer Berücksichtigung ihrer Kasuistik und Pathologie.
Halle, Diss. (1946)
139. Königbauer, H.: Beitrag zum Mechanismus der Thalliumepilation bei der weißen Maus.
Archiv Dermat. u.Syph. 190, 1 - 16 (1950)
140. Körrholz, G.: Fragen zur Thalliumvergiftung.
Düsseldorf, Diss. (1942)
141. Koszler, V.: Zur Frage der Genese des Haarausfalls bei Thalliumvergiftung.
Wiener Arch. inn.Med. 22, 473 - 479 (1932)

142. Lamy, A.: De l'existence d'un nouveau métal: le thallium.
Compt. R.Acad.Sciences 54, 1255 - 1258 (1862)
143. Lamy, A.: Sur les effets toxiques du thallium.
Compt. R.Acad.Sciences 57, 442 - 445 (1863)
144. Langhof, H.: Die Bedeutung des Redoxpotentials für Physiologie und Pathologie der Haut.
III. Mitteilung
Arch.f.klin.u.exper.Derm. 209, 56 - 65 (1959)
145. Leigheb, V.: Ricerche sperimentali sulla intossicazione da tallio. -
Ref. in Derm.Z. 96, 302 (1929)
146. Leschke, E.: Fortschritte in der Erkennung und Behandlung der wichtigsten Vergiftungen.
2. Thalliumvergiftungen.
Münchn.med.Wschr. 78b, 1695 - 1696 (1931)
147. Levokovich: zit. nach Fuss (s.d.)
148. Lewin: zit. nach Osten (s.d.)
149. Lie, R., Thomas, R.G. u. Scott, J.K.: The distribution and excretion of thallium-204 in the rat, with suggested MPC'S and a bio-assay procedure.
Health Physics 2, 334 - 340 (1960)
150. Linser u. Kähler: Demonstrationen: a) Beobachtungen über die exper. Thalliumallopecie.
Gesellsch.f.Natur- und Heilkunde, Dresden, Sitzung vom 17.10.1927
Klin.Wschr. 7, Nr. 6 S. 282 (1928)
151. Ludwig, H.: Pathognom. Haarbefunde bei Thalliumvergiftung und deren Deutung.
Verhandlung Dtsch.Dermat.Gesellsch. Hamburg (1960)
Der Hautarzt 12, Heft 10, S. 456 - 459 (1961)

152. Ludwig, E.: Die androgenetische Alopecie bei der Frau.
Arch.f.Derm. 219, 558 - 563 (1964)
153. Ludwig, H.: Einige Vergiftungsfälle aus der tägl.
Spitalpraxis.
Schweiz.med.Wschr. 92, Nr. 40 S. 1222 -
1224 (1962)
154. Ludwig, W. u.
Ganner, H.: Zur Klinik der Thalliumvergiftung.
Dtsch.Arch.klin.Med. 176, 188 (1934)
155. Lochte, Th.: zit. nach Widy (s.d.)
156. Luck, O.W.: Beiträge zur Wirkung des Thalliums.
Dorpat, Diss. (1891)
157. Lund, A.: Distribution of thallium in the orga-
nismen and its elimination.
Acta Pharmacol.Toxicol. 12, 251 - 259
(1956)
158. Machata, G. u.
Neuniger, H.: Schnellverfahren zur Ermittl.v.Metallgiften
Arch. Toxikol. 17, 41 (1958)
159. Mackes, J.: Die verschiedenen Formen des Haaraus-
falles und der Alopecien und ihre Be-
handlungsmöglichkeiten.
Köln, Diss. (1960)
160. Mahlo: Über Thalliumvergiftung.
Mschr. Psychiatr. 86, 235 - 246 (1933)
161. Mantey, Dr.: Zur Diagnose und Therapie der Thallium-
Vergiftung
Therapie der Gegenwart, 98, 135 (1959)
162. Marmé: Nachr.v.d.K.Ges.d.Wissensch.u.d.Georg
August Univ. Göttingen 20, 397 (1897)
Zit. nach Goroncy und Berg (s.d.)
163. Martius, C.O.: Klinische und spektralanalytische Beob-
achtungen bei akuten Vergiftungen durch
Thalliumsulfat.
Deutsch.Arch.f.klin.Med. 200, 596 - 602
(1953)
164. Mather, G.W. u.
Low, D.G.: Thallotoxicosis.
J.Amer.Vet.Med.Ass. 137, 544 (1960)

165. Matthys, R.: Neuf observations d'empoisonnement criminel par le Thallium. Annales De Méd.Lég. Et De Crim. 35, 237 - 273 (1955)
166. Mazel, J.A.: De invloed van thallium op het zenuwstelsel. En klinisch-experimenteel onderzoek's. Gravenhage. Thesis Univ. of Amsterdam (1950)
167. Mees: Nederl. Tijdschr. Geneesk. 1, 4 (1936) zit. nach Osten (s.d.)
168. Meistring, H.: Ein Beitrag zum Bild der Thalliumvergiftung. Kiel. Diss. (1948)
169. Mertens, H.G.: Die vegetativen Syndrome der Thalliumvergiftung. Klin.Wochenschr. 30, 843 - 849 (1952)
170. Mertens, H.G.: Toxisch-degenerative Neuropathien. (Notizen vom 27. Fortbildungskurs für Ärzte in Regensburg 1961) Selecta 2, Nr. 51/52 S. 13 (1961)
171. Meyer u. Bertheim: Erg. Path. Bd. 25, 1 - zit. nach Osten (s.d.)
172. Möeschlin, S., Zollinger, H. u. Lüthy, F.: Beitrag zur Klinik und Pathologie der Thalliumvergiftung. Archiv f. klin. Med. 189, 181 - 213 (1942)
173. Moeschlin, S. u. Condrau, G.: Epileptiforme Anfälle bei Thalliumvergiftung. Schweiz.med.Wschr.Nr. 20, 519-522 (1950)
174. Moeschlin, S.: Klinik und Therapie der Vergiftungen. S. 77 - 98 Stuttgart: Thieme (1964)
175. Mosinger, M. u. Fiorenti, H.: Intoxikation expérimentale par le thallium. Ann.Méd.Lég. 38, 251 - 261 (1958)
176. Morikawa, Y. u. Ishizawa, S.: Hair and Trace Elements. Fukuoka Acta Med. 53, 621 - 631 (1962)

177. Moureau, P., Intoxication par le thallium et
Dodinval, P., botulisme.
Dodinval-Versie, J., Annals De Médecine Lég. 44, 307 - 314
Fisette, J. u. (1964)
Mauhin, J.:
178. Müller, B.: Gerichtl. Medizin S. 629 - 633
Stuttgart: Thieme (1963)
179. Müller, L.: Thalliumvergiftung.
Baader, E.W.: Handbuch der ges. Arbeitsmed. Band II/1 Arbeitspath.:
Berufskrankheiten S. 244 - 250
Berlin-Münch.-Wien: Urban & Schwarz. (1961)
180. Neeb, R.: Anodische Amalganvoltametrie.
Z. analyt.Chem. 171, 321 - 339 (1959)
181. Neubauer, W.: Thalliumvergiftung durch Hühnergenuß.
Der Landarzt 34, Heft 2 S. 49 - 51 (1958)
182. Neuda, P.: Haarausfall im lat. Anteil der Augenbraue.
Wien.klin.Wschr. 41 a, 482 - 484 (1928)
183. Nobl.: Thalliumvergiftung.
Wien. dermat.Ges., Sitzung 7.6.1905
Ref.Arch.f.Dermat.u.Syph. 78, 113 (1905)
184. von Oettingen, W.F.: Poisoning - a guide to clinical diagnosis and treatment S. 122, 138, 144, 484 - 4
New York: Paul B. Hoeber, Inc.Med.Book
Department of Harpers Brothers (1960)
185. Olivier, H.R.: L'intoxication chronique par l'acétate de thallium.
C.R.Soc.Biol. 96, 163 - 166 (1927)
186. Osten, H.: Thallium-Vergiftungen.
Fühner-Wielands Slg.v.Verg.fällen
C 56, 11, 55 - 81 (1940)
187. Peiser, B.: Haarregeneration und Thallium.
Dermat.Wschr. 96, 1378 (1929)
188. Perutz, A.: Thallium.
Jadasohn, J.: Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten S. 239 - 248,
Berlin: Springer (1930)

189. Peter, G.: Die Epilation mit Thallium acet.oxydul.
Arch.f.Derm.u.Syph. 150, 438 - 450 (1926)
190. Pfeiffer, J.: zit. nach Widy (s.d.)
191. Philadelphi: Zur Kenntnis der Hautschädigung durch
Thallium.
Derm.Wschr. 98, 78 (1934)
192. Pöhlmann, A.: Beiträge zur Ätiologie der Alopecia
areata mit experimentellen Untersuchun-
gen über die Thallium alopecie.
Arch.f.Derm.u.Syph. 114, 668 - 673 (1913)
193. Popowa, G.: Veränderungen an den Zähnen und Kiefer
nach Thalliumverfütterung.
München, Diss. (1931)
194. Preuß, E.: Zum spektralanalytischen Nachweis von
Thallium.
Biochem.Zeitschr. 320, 258 - 268 (1950)
195. Prick, J.J.G.,
Smitt, S.W.G. u.
Müller, L.: Thallium poisoning.
Amsterdam, Houston, London, New York:
Elevisier Publishing Company (1955)
196. Prokop, O.: Thalliumvergiftung.
Lehrbuch der ger.Med. S. 530 - 532
Berlin: VEB Volk u. Gesundheit (1960)
197. Richeson, E.M.: Industrial Thallium Intoxication.
Industrial Med. and Surg. 27, 607 - 619
(1958)
198. Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch, S. 830
Berlin: Walter De Gruyter & Co. (1959)
199. Ratner: Zit. nach Köerrholz (s.d.)
Dtsch.Ztschr.f.Nervenheilkunde 104,
146 (1928)
200. Rauschke, J.: Studien über Thalliumvergiftung.
Heidelberg, Habilitation (1961)
201. Rauschke, J.: On the type, origin and specifity of
the morphological changes in the hair
in thallium poisoning.
Acta Méd.Lég.Soc. (Liege) 16, 1031 - 1036
(1963)
- Rook A.: Some chem. infl. on hair growth and pig.
The Brit. J. of Derm. Vol. 77, Nr.3, 115 -
129 (1965)

202. Reccius, W.: Ein Beitrag zur Thalliumvergiftung.
Rostok, Diss. (1935)
203. Reske, G.: Eiweißschädigung durch Tabakrauch in
vitro und ihre Hemmung durch Filter
aus reduzierter Wolle.
Arzneimittelforschung 13, 913 - 916
(1963)
204. Rienacker: Thallium.
Fresenius, R. u. Jander, G.: Handbuch
der analyt. Chemie, Band III, Elemente
der 3. Gruppe, III. Quantitative Ana-
lyse, S. 603 - 655
Berlin: Springer (1942)
205. Ross, H.H.: Thalliumablagerung im Zahn bei akuter
und chron. Thalliumvergiftung.
Erlangen, Diss. (1956)
206. Ruzicka, J. u.
Stary, J.: Zit. nach Wichitill (s.d.).
207. Saalfeld: Zit. nach Fuss (s.d.)
208. Sabourand, R.: Entretiens dermatologiques S. 431 - 434
Paris: Edit.Doin. (1913)
209. Sabourand, R.: Sur les dangers des pommates à l'acetate
de thallium prescrites contre l'hyper-
trichose.
Bull.soc.franc. Derm. S. 12 - 18 (1929) -
Ref. Arch. f. Dermat. 150, 438 (1926)
210. Schamberg, J.F. u.
Brown, H.: Investigation of the hair for arsenic,
gold and thallium after experimental
administration.
Dermat.Wschr. 32, 1226 - 1230 (1930)
211. Sannicandro: Histologische Untersuchungen über durch
Thallium hervorgerufenen Haarausfall.
Il Dermosifilogr. 4, (1929) -
Ref. Zent. Haut 32, 626 (1930)
212. Saracoglu, K. u.
Gültürk, R.: Ein Fall von Thalliumvergiftung.
Münch.med.Wschr. 100a, 804 - 806 (1958)

213. Schee, J.: Über den Nachweis des Thalliums in den Organen kleiner durch Zellioweizen vergifteter Tiere.
Beitr.z.ger.Med. 7, 14 (1928)
214. Schenk, E.: Über Thalliumvergiftung.
Dtsch. med.Wschr. 65a, 643 - 644 (1939)
215. Schlesinger: zit. nach Matthys (s.d.)
216. Schön, R.: Vergiftung.
Schwieck u. Jones: Lehrbuch der inneren Medizin, S. 285, 821, 825,
Berlin: Springer (1949)
217. Schrader u. Knorr: Thalliumvergiftung über viele Jahre sich erstreckend, trotz vielfacher ärztlicher Beobachtung nicht erkannt.
Dtsch.Zeitschr.f.d.ges.ger.Med. 25, 61 - 73 (1935)
218. Schüpbach, A.: Klin. Demonstration - 2 Fälle von Thalliumvergiftung.
Schweiz.med.Wschr. 74, 1255 (1944)
219. Schürmeyer, E. u. Schimmelpf. G.W.: Beobachtungen einer schweren Leberschädigung bei Thalliumvergiftung.
Arch.f.Tox. 19, 65 - 68 (1961)
220. Schuppli, R.: Thalliumvergiftung.
Dermatologica 89, 83 - 84, Basel (1944)
221. Schwarte, W.: Über Thalliumstaubvergiftung.
Münch.med.Wschr. 86b, 1299 - 1300 (1939)
222. Schwartzman, R.M. u. Kirschman, J.O.: The cutaneous histopathology of thallium poisoning.
J.Invest.Derm. 39, 169 - 173 (1962)
223. Schwartzman, R.M., Skelly, F., Fegley, H. et al.: Clinico Pathologic Conference - From the Scholl of the Veterinary Medicine, University of Pennsylvania.
J.A.V.M.A. 142, Nr. 12 S. 1425 - 1432 (1963)
224. Sessions, K.H. u. Goreh, S.: Report of investigation of health hazards in connection with the industrial handling of thallium.
U.S.Naval med. Bull. 47, 545 - 550 (1947)

225. Shaw, P.A.: Toxicity, Distribution and Excretion of Thallium.
Proceedings of the Soc.For Exper.Biol. And Med. 30, 488 - 489 (1933)
226. Siegenthaler, P.: Der antitoxische Effekt verschiedener Substanzen bei der experimentellen Thalliumvergiftung.
Praxis, 49, 633 - 635 (1960)
227. Sluyters, A.: Een geval von Thalliumvergiftiging.
Ned. tijdschr.geneesk. 73b, 3678 - 3680 (1929)
228. Specht, W. u. Rohner, D.: Thalliumbestimmung in menschlichen Haaren mittels Neutronenaktivierungsanalyse.
Arch.f.Toxikologie 18, 359 (1959/60)
229. Spitzer: Thalliumvergiftung.
Schles.Gesellsch.f.vaterl. Kultur, Med.Sektion, Breslau, 1922
Dtsch.med.Wschr. 48, 1 (1922)
230. Spitzer, R.: Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Thalliumalopecie.
Arch.f.Derm.u.Syph. 140/141, 429 - 438 (1922)
231. Sroka, H.H.: Zur Gesundheitsgefährdung durch Thallium.
Münch.med.Wschr. 93, 2151 (1951)
232. Starkenstein, E. u. Langecker, H.: Akute Thalliumvergiftung als Folge fehlerhafter Arzneimittelverordnung und Arzneiabgabe.
Fühner-Wielands Slg.v.Vergift.fällen. A 440, 5, 117 (1935)
233. Steidle, H.: Thallium, das neue Mord- und Selbstmordgift.
Med.Welt 13, 1557 - 1560 (1939)
234. Stein, R.O.: Thalliumalopecie, ein weiterer Fall von Thalliumvergiftung.
Wien. klin.Wschr. 41, 2 (1928)

235. Stein, M. u. Perlstein-Meyer, A.: Thallium Poisoning - Report of Two Cases.
A.M.A.Journal of Diseases of Children 98, 80 - 85 (1959)
236. Steiner: Thalliumvergiftung.
Wiener Dermat.Gesellsch., Sitzung vom 14.1.1932
Zentralbl.f.Haut u.Geschl.krankheiten 41, 420 (1932)
237. Stepp, W.: Kritische Betrachtungen zur Vitamin-therapie der Erkrankungen des N.S.
Dtsch.med.Wschr. 75b, 1587 - 1591 (1950)
238. Stich, C.: Kalorimetrische Bestimmung von Thallium.
Pharm.Ztg. 74, Heft 27, 431 (1929)
239. Stiefler, G.: Alopecia universalis bei Polyneuritis.
Dtsch.Ztschr.f.Nervenheilk. 110, 1 - 8 (1929)
240. Symonds, W.J.C. u. Oxford, B.M.: Alopecia, Optic Atrophy, And Peripheral Neuritis of Probably Toxic Origin.
Lancet 265, 1338 - 1339 (1953)
241. Taber, P.: Chronic thallium poisoning; rapid diagnosis and treatment.
Journal of Pediatrics 65, 461 - 463 (1954)
242. Teleky, L.: Gewerbliche Thalliumvergiftung.
Wien.med.Wschr. 78, 506 - 508 (1928)
243. Thiers, H., Badinand, A., Coudert, J., Boucherle, A., Colomb, D. u. Fayolle, J.: Elimination comparée du thallium chez des sujets soumis ou non à l'action d'un chelateur.
Ann.Méd.Lég. Et De Crim. 38, 261 - 269 (1958)
244. Thyresson, N.: Experimental investigation on thallium poisoning. Influence of thallium on tissue metabolism.
Acta dermato-vener. 30, 417 - 441 (1950)

245. Thyresson, N.: Experimental investigations on thallium poisoning in the rat. Distribution of thallium especially in the skin and excretion of thallium under different experimental conditions. A study with the use of the radioactive isotope Thallium-204.
Acta Dermat.Vener. 31, 3 - 27 (1951)
246. Thyresson, N.: Effect of Thallium on the growth of tactile hairs in the white rat.
Acta dermatovener. 32, Supplement 29, S. 370 - 375 (1952)
247. Truhaut, R.,
Blanquet, P.,
Copot, L. u.
Fabr , R.: Toxicologie - Sur la répartition du ²⁰⁴Thallium autoradiographique chez le Lapin. Preuve de la localisation au niveau du système pileux.
D.R.Acad. d Sciences 245, 234 - 237 (1957)
248. Truhaut, R.: L'intoxication par le Thallium.
Revue générale et présentation de résultats personnels sur le double plan analytique et biologique.
Ann.Méd.L g. Et De Crim. 38, 189 - 239 (1958)
249. Truffi, G.:  ber die biologische Wirkung des Thalliumacetats.
Giorn.ital.di dermatol. 70, 872 (1929)
250. Treadwell, P.F.: Metalle der H₂S-Gruppe - Thallium.
Kurzes Lehrbuch d.analyt.Chemie S. 524-526, Wien: W. Deutike (1946)
251. Tschernogonhoff, N.u.
Montreil, F.: Zur Frage über die lokalisierte Epilation durch örtliche Thalliumanwendung.
Ref.Derm.Ztschr. 58/59, 428 (1930)
252. Ullberg, S.: Studies on the distribution and fate of S³⁵ - labelled benzylpenicillin in the body, - Chapter II. Technique used in the autoradiographic work.
Acta radiologica, Suppl. 118, 22 - 23 (1954/55)

253. Unseld, E.: Thalliumvergiftung bei Selbstmordversuch mit Rattengift.
Die Med. Welt 9, 487 - 488 (1935)
254. v.Vasarhely, J.: Ein Beitrag zur Pathologie der Thalliumvergiftung.
Derm.Wschr. 56, 412 (1931)
254. Vassaux, L.: L'acetate de thallium en thérapeutique.
Paris, Thèse doctorat en Médecine (1898)
255. Vaubel, W.: Bisherige Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Thallium.
Vortrag gehalten am 21.11.1955 in Darmstadt
256. Vaubel, W.: Arsen und Thallium, die ungeahnte und bisher unbekannte Größe ihrer Wirkung auf Leben und Sterben.
Darmstadt: Justus Liebig (1951)
257. Vignolo u. Alopecia sperimentali da acetato di tallio.
Lutati: Giorn.Ital.Mal.Vener. Pell., 33 (1905)
258. Virchow: zit. nach Fuss (s.d.)
259. Voerners: Arch.f.Derm.u.Syph. 134, 428
zit. nach Fuss (s.d.)
260. Voigt, F.: Zur kriminellen Thalliumvergiftung.
Dtsch.med.Wschr. 76, 874 - 875 (1951)
261. Voigt, G.: Silber in menschlichen Haaren.
Dtsch.Z.ger.Med. 41, 151 (1952)
262. Walter, H.: Anregung zur Behandlung der Alopecia areata.
Med.Monatsschr. 1, 532 - 533 (1947)
263. Weber, S.: Giftwirkungen des Thalliums und Methoden zum Nachweis aus biologischem Material.
Hamburg, diss. (1958)
264. Weinig, E.: Die polarographische Bestimmung des Thalliums in Leichenteilen.
Dtsch.Ztschr.f.d.ges.ger.Med. 38, 199 - 202 (1943-44)
264. Weinig, E.: Über die quantit.massenspekt. Bestimmung des norm. Thallium - Gehalts im menschlichen Organismus
Zink, P.
Archiv für Toxikologie 22, 255 - 274 (1967)

265. Wender, O.: Ein Fall von Thalliumvergiftung.
Fühner-Wielands Slg. v. Vergift. Fällen
7, A 645, 199 (1936)
266. Wessel, W.: Das Thallium - Entdeckung, Vorkommen
und Verwendung; seine Wirkung auf den
menschlichen und tierischen Organismus
und seine forensische Bedeutung.
Berlin, Diss. (1936)
267. Weswersik, F.: Thallium- Diencephalose.
Der Nervenarzt 20, 101 - 107 (1949)
268. Wichitill, J.: Radiochem. Untersuchungen des Arsen-
gehaltes im biologischen Material, ins-
besonders in Haaren.
Dresden, Diss. (1964)
269. Widy, W.: Microscopic picture of hair in thallium
poisoning.
Arch. med. sadowej II. 82 (1956)
270. Widy, W.: Die Pigmentansammlungen in den Haar-
wurzeln bei Thalliumvergiftungen.
Hautarzt 10, Heft 5, S. 216 - 218
(1959)
271. Widy, W.: Veränderungen in den Haarwurzeln fau-
lender und exhumierter Leichen.
Dtsch. Ztschr. f. ger. Med. 48, 411 - 416
(1959)
272. Widy, W.: Pigment Changes in the Hair Roots in
Thallium Poisoning.
Acta medica Polona II, 3, 259 (1961)
273. Wilson, W.J. u.
Hausman, R.: The determination of thallium in organs
and body fluids by a flame spectrometric
method.
Journal Laboratory & Clin. Med. 64, Nr. 1
S. 154 - 159 (1964)
274. Wolf? Die quantitative Spektralanalyse von
Spurenelementen in Blut und Organen.
Biochem. Ztg. 18, 430 (1948)

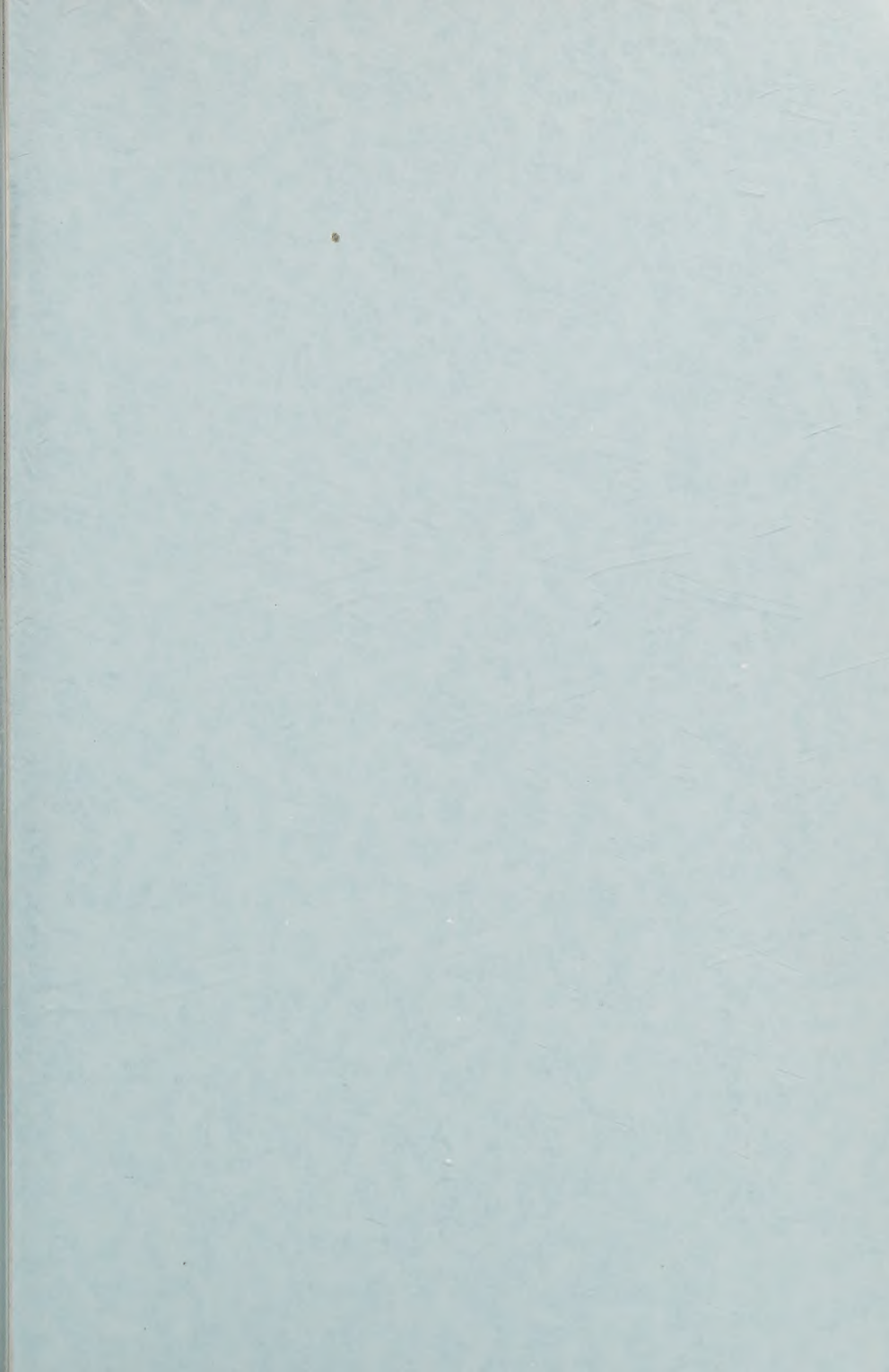
Lebenslauf

Am 3. August 1942 wurde ich als Sohn des Medizinalrates Dr. med. Ludwig Schüpfer und seiner Ehefrau Marga, geb. Eidelloth, in Marburg/Lahn geboren. Ich besuchte 4 Jahre die Volksschule und ab 1952 neun Jahre lang die staatliche Kaspar-Zeuß-Oberrealschule in Kronach (Ofr.), wo ich auch die Reifeprüfung im Juli 1961 ablegte.

Im Wintersemester 1961/62 immatrikulierte ich mich für das Studium der Medizin an der Friedrich Alexander-Universität Erlangen. Nach 5 Fachsemestern Medizin legte ich hier im Frühjahr 1963 die ärztliche Vorprüfung ab. Am 1. August 1967 schloß ich mein medizinisches Staatsexamen vor dem Prüfungsausschuß der Universität Erlangen ab.

Zum Schluß möchte ich Herrn Professor Dr. med. et phil.
E. W e i n i g für die Überlassung des Themas meinen
Dank aussprechen.

Für seinen Rat und seine Hilfe danke ich ganz besonders.





**BUCH- UND FOTODRUCK
LUDWIG MÖLLER
ERLANGEN · FAHRSTR. 5**